

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**GRAZIELY RODRIGUES ZANONI**

**AVALIAÇÃO LONGITUDINAL DO EFEITO DO TEMPO DE PRÁTICA  
DE PILATES SOLO NA CINEMÁTICA RESPIRATÓRIA**

VITÓRIA – ES  
2016

GRAZIELY RODRIGUES ZANONI

**AVALIAÇÃO LONGITUDINAL DO EFEITO DO TEMPO DE PRÁTICA  
DE PILATES SOLO NA CINEMÁTICA RESPIRATÓRIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Aspectos Biomecânicos e Respostas Fisiológicas Agudas e Crônicas ao Movimento Corporal Humano.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karine Jacon Sarro

## **DEDICATÓRIA**

À minha orientadora e mãe acadêmica,  
Karine Jacon Sarro.

Aos meus pais,  
Maria Helena Rodrigues Zanoni e  
Edmilson Zanoni.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço...

... a minha orientadora e mãe acadêmica Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karine Jacon Sarro, pela paciência, pelo aprendizado, por compartilhar seus conhecimentos, pela orientação presencial e a distância, por me confiar esta pesquisa e não ter desistido de mim. Obrigada por contribuir com minha formação acadêmica.

... aos meus pais, Edmilson Zanoni e Maria Helena Rodrigues Zanoni por me apoiarem, pela dedicação e compreensão mesmo nos momentos de estresse. Aos meus familiares por entenderem minhas ausências, e principalmente a minha querida avó Nelci Rodrigues.

... aos meus amigos, colegas e irmãos acadêmicos, Francisco Brioschi, Hudson Renato e Weverton Rufo pela convivência, descontração, auxílio e troca de conhecimento. Aos colegas do Lafibe e Lafex pelos momentos de confraternização e debates sobre conhecimentos.

... a minha irmã acadêmica Jeniffer Lubiana (Kuxa) por compartilhar seus conhecimentos e experiências, pela contribuição com os rastreamentos e as funções do Matlab, pela paciência nos momentos que me chamava a atenção, quando tentava ajudar e acabava atrapalhando.

... as minhas queridas amigas e irmãs acadêmicas Edna de Oliveira e Vanessa Rocha, pelo incentivo, estímulos, conselhos, pelas verdades, pelos desabafos, pela aprendizagem, por acreditarem no meu potencial sempre querendo o meu bem, que mesmo distantes se prontificam a ajudar.

... aos membros da banca que contribuíram com valiosas sugestões, a Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Amanda Piaia Silvatti que colaborou mesmo a quilômetros de distância, o Prof. Dr. Rodrigo Luiz Vancini sempre disposto a ajudar e acolher os acadêmicos da Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Karine.

... as minhas queridas voluntárias que se disponibilizaram até o fim da pesquisa, sem as quais não seria possível a realização deste trabalho.

... a CAPES e a FAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

O método *Pilates* solo tornou-se popular entre o público saudável como uma opção de atividade física por oferecer aulas em grupo e pelo seu baixo custo em relação ao método *Pilates* com aparelhos. Considerando que todos os exercícios utilizados no método *Pilates* solo envolvem o controle da respiração é plausível esperar que sua prática possa trazer alterações benéficas à mecânica respiratória. Assim, este trabalho teve por objetivo analisar os efeitos do tempo de prática do *Pilates* solo na cinemática respiratória. Para isso, foi realizada a análise cinemática tridimensional dos movimentos respiratórios de mulheres saudáveis distribuídas em grupo *Pilates* (n= 10) e Controle (n=07) durante as manobras respiratórias em volume corrente e capacidade vital. A partir das coordenadas 3D de marcadores posicionados sobre o tórax e o abdome foi calculada a mobilidade do tórax superior, tórax inferior e abdome, assim como a contribuição dos compartimentos para a mobilidade total e a coordenação entre eles durante a avaliação inicial (momento zero) e após 3, 6, 9 e 12 meses de treinamento de *Pilates* solo. A mobilidade e a contribuição dos compartimentos foram avaliadas pela amplitude da curva de volume em função do tempo e a coordenação pelo ângulo de fase. A mobilidade total do tronco e do abdome em volume corrente aumentou no grupo *Pilates* após três meses de treinamento, mas o abdome reduziu a mobilidade após nove meses. Após doze meses de treinamento com *Pilates* solo, a mobilidade total do tronco e do tórax inferior aumentou em manobra respiratória da capacidade vital. O grupo controle aumentou a mobilidade do tórax inferior após doze meses tanto em volume corrente quanto em capacidade vital. A contribuição do tórax inferior do grupo *Pilates* aumentou em ambas as manobras respiratórias após nove e doze meses. O grupo controle também aumentou a contribuição do tórax inferior tanto em volume corrente quanto em capacidade vital após nove e doze meses, mas a contribuição do compartimento abdome reduziu após três e doze meses. A coordenação entre os compartimentos (tórax superior vs. tórax inferior) foi menor no grupo *Pilates* em relação ao grupo controle durante a manobra de volume corrente no período inicial e após seis meses. Esses resultados sugerem uma maior ação do músculo diafragma em ambos os grupos. Porém, a prática de *Pilates* solo impactou aumento da mobilidade total do tronco nas manobras respiratórias, o que não foi observado no grupo controle. De maneira geral, doze meses de *Pilates* solo aumenta a mobilidade toracoabdominal de mulheres saudáveis.

**Palavras-Chave:** Parede Torácica, Pilates, Mecânica respiratória.

## ABSTRACT

The mat Pilates method has become common among the healthy public as an option of physical activity to offer classes in group and its low cost compared to Pilates method with apparatus. Considering that all the exercises used in mat Pilates method involve breath control it is plausible wait that your practice can bring beneficial changes to respiratory mechanics. Thus, this study aimed analyzes the effects of time mat Pilates practice in respiratory kinematics. For this, was made the three-dimensional kinematic analysis of respiratory movements of healthy women distributed in Pilates group (n = 10) and control (n = 07) during respiratory maneuvers in tidal volume and vital capacity. From the 3D coordinates of markers positioned on the chest and abdomen the mobility of upper chest, lower chest and abdomen was calculates, as well as the contribution of compartments for total mobility and coordination between them during the baseline (time zero) and after 3, 6, 9 and 12 months of mat Pilates training. The mobility and the contribution of the compartments were evaluated by the magnitude of the volume curve in function of time and coordination by the phase angle. The trunk total mobility and abdomen in tidal volume increased in the Pilates group after three months of training, but the abdomen reduced the mobility after nine months. After twelve months of training with mat Pilates, the total mobility of the trunk and lower chest increased during vital capacity. The control group increased the mobility of the lower chest after twelve in both tidal volume as well as in vital capacity. The contribution of the lower chest of Pilates group increased in both respiratory maneuvers after nine and twelve months. The control group also increased the lower chest contribution both in tidal volume and vital capacity after nine and twelve month, but the abdominal compartment contribution reduced after three and twelve months. The coordination between the compartments (upper chest vs. lower chest) was smaller in the Pilates group compared to the control group during the tidal volume at baseline and after six months. These results suggest a larger use of the diaphragm muscle of both groups. However, the practice of mat Pilates increases impact the total expansion of the trunk in the respiratory maneuvers, which was not observed in the control group. In general, twelve months of mat Pilates increases thoracoabdominal mobility in healthy women.

**Keywords:** Chest Wall, Pilates, Respiratory Mechanics.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura óssea e muscular da respiração. Fonte: Silverthorn, (2003).....	14
Figura 2 - Modelo de marcação do tronco. Fonte: Adaptada de Ferrigno et al., (1994). ....	16
Figura 3 - Modelo de reconstrução do tronco. Fonte: Adaptada por Cala et al., (1996). ....	17
Figura 4 - Compartimentos do tronco. Fonte: Adaptada de Loula et al., (2004). ....	17
Figura 5 - Diagrama de distribuição da amostra.....	25
Figura 6 - Marcação do tronco. ....	27
Figura 7 - Compartimentos do tronco. Fonte: Adaptada de Ferrigno et al., (1994). ....	28
Figura 8 - Disposição dos calibradores no espaço e o sistema de referência. ....	30
Figura 9 - Representação da formação do dodecaedro pelos seus tetraedros e vértices. Fonte: Adaptada de Ferrigno et al., (1994). ....	31
Figura 10 - Curvas de volume total e de cada compartimento. ....	32
Figura 11 - Curvas médias de uma voluntária. ....	32
Figura 12 - Exemplo do gráfico de <i>Lissajous</i> utilizada para o cálculo do ângulo de fase entre o tórax superior e tórax inferior. Fonte: Adaptada de Priori et al., (2013). ....	33
Figura 13 - Mobilidade dos compartimentos durante respiração em Volume Corrente. ....	38
Figura 14 - Mobilidade dos compartimentos durante respiração em Capacidade Vital.....	40
Figura 15 – Percentual de contribuição dos compartimentos durante respiração em Volume Corrente. ....	43
Figura 16 - Percentual de contribuição dos compartimentos durante respiração em Capacidade Vital. ....	45
Figura 17 - Ângulo de fase dos compartimentos durante respiração em Volume Corrente.....	47
Figura 18 - Ângulo de fase dos compartimentos durante respiração em Capacidade Vital.....	49
Figura 19 - Protocolo de exercícios de Pilates solo.....	73

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais alterações com o Pilates solo em diferentes períodos de tempo.....	22
Tabela 2 - Características antropométricas dos grupos controle e Pilates.....	35
Tabela 3 - Nível de atividade física habitual dos grupos Controle e Pilates .....	36



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AB	Abdome
CV	Capacidade Vital
GC	Grupo controle
GP	Grupo <i>Pilates</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
IPAQ	Questionário de Atividade Física Internacional
TI	Tórax Inferior
Total	Total da Parede Torácica
TS	Tórax Superior
VC	Volume Corrente
$\Theta$	Ângulo de fase

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1 Objetivo geral .....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
3.1 Anatomia e fisiologia do sistema respiratório .....	14
3.2 Análise Cinemática tridimensional respiratória .....	25
3.3 O Método Pilates .....	18
3.4 Efeitos da prática de Pilates solo em pessoas saudáveis .....	20
3.5 Efeitos do Pilates solo na respiração .....	21
3.6 Efeitos do tempo de prática de Pilates solo .....	21
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
4.1 Casuística .....	24
4.2 Caracterização das aulas de <i>Pilates</i> solo .....	25
4.3 Procedimento experimental .....	27
4.4 Aquisição das imagens .....	28
4.5 Análise cinemática tridimensional e calibração das câmeras .....	29
4.6 Cálculo do volume e variáveis experimentais .....	30
4.7 Análise estatística .....	33
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....</b>	<b>55</b>
<b>8 CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

<b>ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO II – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO III – FICHA DE ANAMNESE.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO IV – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO V – DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE 48 SEMANAS DE EXERCÍCIOS DE PILATES SOLO .....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O método de exercício *Pilates*, inicialmente chamado de Contrologia, foi desenvolvido por *Joseph Hubertus Pilates* (1880-1967). Nos últimos anos, o método solo de *Pilates* (*mat Pilates*) tornou-se popular entre o público saudável como uma opção de atividade física por oferecer aulas em grupo e pelo seu baixo custo em relação ao método *Pilates* com aparelhos, o que o tornou mais acessível.

O *Pilates* é composto por uma série de exercícios de baixo impacto. Para o seu desenvolvimento e aplicabilidade é essencial incorporar seis princípios fundamentais: concentração, controle, fluxo, precisão, centralização e respiração. O princípio da respiração idealizado por *Joseph Pilates* incentiva respirar profundamente com ênfase numa inspiração e expiração completa e foca na expiração forçada para uma repleta inspiração (LATEY, 2001; PILATES, 2010).

Com o aumento da procura pelo método, a eficácia do *Pilates* solo vem sendo investigada, sobretudo no aprimoramento das capacidades físicas e mentais de pessoas saudáveis. Estudos investigaram os efeitos da prática de *Pilates* em capacidades físicas e psicológicas relacionadas com os princípios norteadores do método (CRUZ-FERREIRA et al., 2011a; CRUZ-FERREIRA et al., 2011b), entretanto, apesar da respiração ser um dos princípios fundamentais do método, os efeitos da prática de *Pilates* solo sobre parâmetros relacionados aos movimentos respiratórios ainda foram pouco explorados, em especial considerando a população saudável. Foram encontrados cinco trabalhos sendo que dois investigaram os efeitos do método em pessoas saudáveis e três em pessoas com doenças respiratórias (SANTOS et al. 2015; FRANCO et al., 2014; LOPES et al., 2014; CANCELLIERO-GAIAD et al., 2014; WRONSKI E NOWAK, 2008).

Os efeitos do exercício físico sobre parâmetros relacionados aos movimentos respiratórios em pessoas saudáveis têm sido demonstrados nas modalidades de *yoga*, corrida de longa distância e natação. Na prática de *yoga* foi observada a maior expansibilidade da parede torácica (CHANAVIRUT et al., 2006; BARROS et al., 2003). Já em corredores de longa distância (maratonistas) foi observada a mudança no padrão respiratório com execução da fase inspiratória por maior tempo (EASTWOOD et al., 2001). Em nadadores, por meio da

videogrametria, foi encontrado um padrão respiratório otimizado pela eficiência mecânica do diafragma e músculos abdominais que aumentou a mobilidade toracoabdominal e o movimento das costelas (SARRO et al., 2008). Em relação ao tempo de prática, foi encontrado na modalidade de natação que os efeitos do treinamento em longo prazo, por volta de sete anos e meio refletem numa maior variação do compartimento abdominal por conta de um maior volume potencializado pela ação do diafragma (SILVATTI et al., 2012).

Considerando que todos os exercícios utilizados no método *Pilates* solo envolvem o controle da respiração, é plausível esperar que sua prática trouxesse alterações benéficas à respiração pulmonar, em especial relacionado com os movimentos respiratórios. Em um trabalho recentemente realizado no laboratório de Biomecânica do Movimento e da Respiração (BIMOR) do CEFD/UFES, foi evidenciado, por meio da análise cinemática tridimensional que a prática de 12 semanas de *Pilates* solo aumentou a mobilidade toracoabdominal e a contribuição do compartimento tórax superior para a mobilidade total (CAMPOS, 2015). Este aumento da mobilidade promove a disponibilidade de oxigênio no espaço toracoabdominal. Apesar de promissores, os resultados deste trabalho podem ter sido superestimados, considerando-se que nas primeiras semanas de exercício físico ocorrem adaptações fisiológicas no organismo principalmente no padrão respiratório (ENRIGHT et al., 2006). Em continuidade a este trabalho inicial, o presente trabalho avaliou as alterações de parâmetros relacionados aos movimentos respiratórios ao longo de 12 meses de prática de *Pilates* solo, a fim de evidenciar o efeito do tempo após 3, 6, 9 e 12 meses de prática na cinemática respiratória.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Analisar os efeitos do tempo de prática de *Pilates* solo nas adaptações da cinemática respiratória de mulheres saudáveis e sem vivência na prática da modalidade.

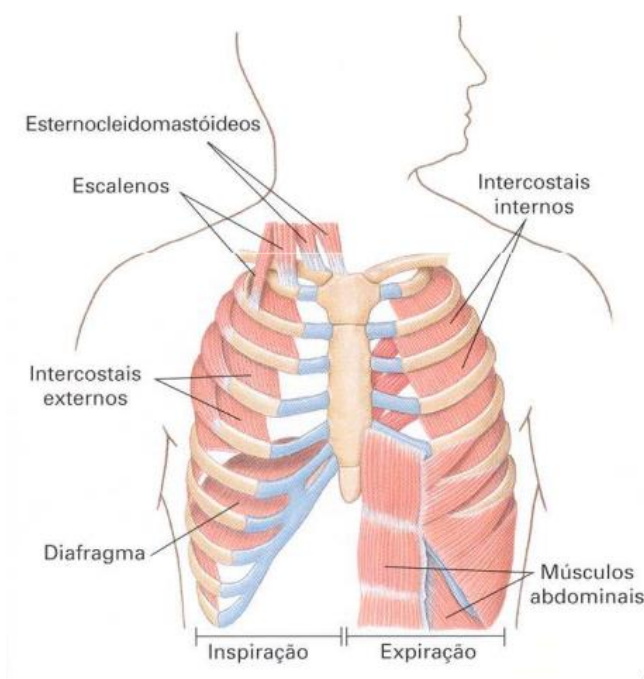
### 2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a mobilidade e a coordenação toracoabdominal em mulheres saudáveis sem experiência em *Pilates*.
- b) Reavaliar a mobilidade e a coordenação toracoabdominal a cada três meses durante o período de doze meses de treinamento de *Pilates* solo.
- c) Comparar a avaliação inicial com as reavaliações do grupo experimental e com um grupo controle.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Anatomia e fisiologia do sistema respiratório

A respiração é um ato vital de extrema importância para os seres humanos por todo o tempo de vida. O sistema respiratório é protegido por uma estrutura óssea composta por vinte e quatro costelas, cartilagens costais, esterno e doze vértebras torácicas que constituem a caixa torácica. Esta é coberta por músculos esqueléticos que são classificados em inspiratórios e expiratórios, de acordo com sua função de elevação ou abaixamento das costelas, conforme a Figura 1 (LIPPERT, 2013; KAPANDJI, 2000).



**Figura 1 - Estrutura óssea e muscular da respiração. Fonte: Silverthorn, (2003).**

A caixa torácica e o abdome formam a parede torácica, que sob a ação de diferentes músculos acionados durante a respiração reflete a variação do volume pulmonar (FELTRIM E JARDIM, 2004; KONNO E MEAD, 1967). A respiração pulmonar é iniciada pela ação dos músculos respiratórios que atuam sobre a parede torácica. Em repouso o acionamento dos músculos inspiratórios (diafragma e intercostais externos) resulta na expansão da parede torácica gerando uma variação de volume que produz uma pressão interna negativa. Essa expansão acontece no diâmetro vertical, lateral e anteroposterior do tronco com o movimento das costelas semelhante ao “braço de bomba” e a “alça de balde”. Esse processo faz com que o ar atmosférico seja direcionado para dentro dos pulmões durante a inspiração. A retração

dos pulmões e da musculatura da parede torácica é uma ação passiva na expiração em repouso, que por sua vez gera um aumento de pressão, o que acarreta a exalação do ar para fora dos pulmões. A respiração em esforço ou em exercício físico exige ação dos músculos inspiratórios acessórios (esternocleidomastoideos, escalenos, peitoral maior e menor, serrátil anterior, grande dorsal, serrátil posterior superior e ilíocostal superior) e dos músculos expiratórios (intercostais internos, reto abdominal, oblíquo interno, oblíquo externo, ilíocostal inferior, longuíssimo do dorso e serrátil posterior inferior) (WEST, 2012; ALIVERTI, 2008; RATNOSVKY et al., 2008; RATNOSVKY & ELAD, 2005; RATNOSVKY et al., 2003). A principal função da respiração é a captação do oxigênio pelo organismo e eliminação o dióxido de carbono produzido pelo metabolismo.

O padrão de movimento toracoabdominal durante a respiração é caracterizado pela amplitude e sincronia do movimento do compartimento torácico e abdominal (GALLEGO et al., 1997). A idade, o sexo, a composição corporal, e as doenças respiratórias são fatores que podem influenciar o grau de expansão e volume toracoabdominal (PARREIRA et al., 2010; ALIVERTI et al., 2009; RATNOSVKY et al., 2008; VERSCHAKELEN E DEMEDTS, 1995). O exercício físico pode minimizar os efeitos da doença pulmonar obstrutiva crônica, ou seja, com o aumento da ventilação; aumentar a longevidade; e implicar em uma maior expansibilidade da parede torácica com o aumento da capacidade e profundidade da respiração e a economia de energia durante o esforço (FAISAL et al., 2015; ALIVERTI, 2008; ALVES et al., 2008; BOUTELLIER, 1998; RATNOSVKY et al., 2003; RATNOSVKY et al., 2008).

A mudança de posição do corpo pode influenciar no comportamento do movimento respiratório com a variação de volume por compartimento como, por exemplo, a maior participação do tórax na posição sentada e em pé e, maior ação do abdome na posição deitada (VERSCHAKELEN E DEMEDTS, 1995; TOBIN et al., 1983).

As alterações do movimento toracoabdominal representadas por medidas de superfície do tronco são diretamente relacionadas com os valores de função pulmonar tanto em repouso quanto em exercício físico (ALIVERTI et al., 1997).

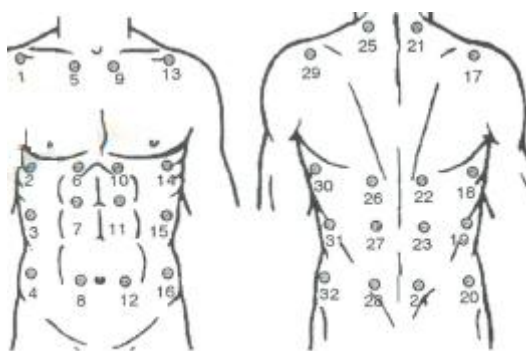
### *3.2 Análise Cinemática tridimensional respiratória*



O movimento toracoabdominal é um ato complexo que nos últimos anos tornou-se um assunto de grande interesse dos pesquisadores da fisiologia e biomecânica. Cada vez mais se buscam meios de investigações da mobilidade toracoabdominal que forneçam informações precisas e o mais detalhadas possível.

Nesse sentido, o sistema de análise cinemática por imagem é uma ferramenta que possibilita a mensuração dos movimentos da superfície toracoabdominal a partir das coordenadas tridimensionais de marcadores fixados sobre a pele. Oferece as vantagens de não ser invasivo, não apresentar resistência à respiração, ser um sistema acurado, com confiabilidade e reprodutibilidade, proporciona uma medida direta da mobilidade e do volume do tronco e permite mensurar as mobilidades e volumes do tórax e do abdome separadamente.

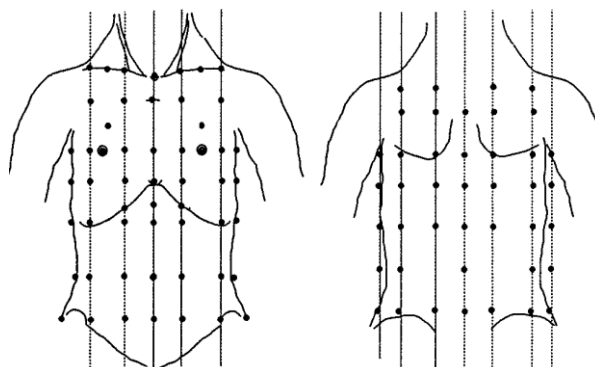
Ferrigno et al. (1994) utilizaram o sistema computacional ELITE (*Elaboratore di Immagini Televisive*) para avaliar o movimento respiratório. O modelo de marcação de 32 marcadores passivos retroflexivos foi usado para representar a parede torácica a partir de um modelo geométrico de nove compartimentos dispostos em quatro linhas horizontais e quatro verticais, conforme a figura 2. As coordenadas tridimensionais dos marcadores foram usadas para calcular o volume de cada compartimento a partir de equações geométricas. Foi calculado o volume do tórax superior, tórax inferior e abdome, que somados representam o volume total do tronco.



**Figura 2 - Modelo de marcação do tronco. Fonte: Adaptada de Ferrigno et al., (1994).**

Cala et al. (1996) aprimorou o modelo de tronco de Ferrigno et al. (1994) acrescentando mais 54 marcadores, representado na figura 3. No total de 86 marcadores foram distribuídos em

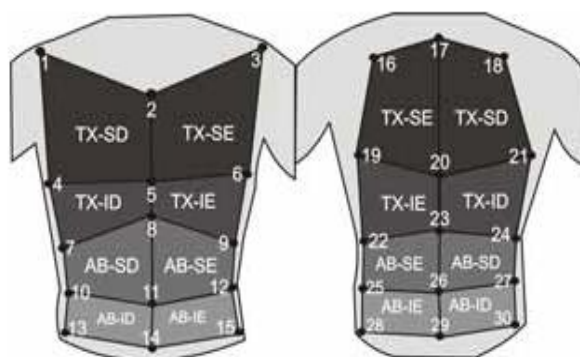
cinco linhas verticais (com mais duas linhas verticais fixadas a um suporte), sete linhas horizontais e cinco marcadores adicionais todos fixados a pele.



**Figura 3 - Modelo de reconstrução do tronco. Fonte: Adaptada por Cala et al., (1996).**

Barros et al. (2003) utilizaram o sistema *Dvideo* para avaliar o padrão de movimento respiratório de praticantes de *Yoga*, adotando um modelo com 14 marcadores para representação da parede torácica. Diferentemente dos trabalhos citados anteriormente que calcularam o volume toracoabdominal, este utilizou as coordenadas tridimensionais dos marcadores para ajustar uma superfície e calcular a área de cada compartimento em função do tempo.

Posteriormente, o mesmo sistema foi utilizado por Loula et al. (2004) para caracterizar a respiração de sujeitos saudáveis, com o modelo adaptado de Ferrigno et al. (1994). São posicionados 30 marcadores na superfície do tronco distribuídos em cinco linhas horizontais e três linhas verticais, dispostos em lado direito e esquerdo os compartimentos tórax (superior e inferior) e abdome (superior e inferior), indicado na figura 4.



**Figura 4 - Compartimentos do tronco. Fonte: Adaptada de Loula et al., (2004).**

Medidas feitas a partir da movimentação da superfície toracoabdominal, seja o cálculo de volume, de área ou mesmo outras medidas como distâncias lineares, estão diretamente relacionadas com a mobilidade toracoabdominal. Entretanto, além da mobilidade e expansibilidade da parede torácica, a análise cinemática respiratória a partir da videogrametria também permite avaliar a coordenação de movimento entre os compartimentos toracoabdominais. Sarro et al. (2008) utilizou a videogrametria em nadadores para verificar a coordenação de movimento entre as costelas e a variação de volumes dos compartimentos. Dois protocolos de marcação foram aplicados, tanto para o volume dos compartimentos sugerido por (LOULA et al. 2004) quanto para o modelo proposto pela própria autora para mensurar o movimento angular das costelas. Foram posicionados 53 marcadores. As coordenadas tridimensionais dos marcadores foram obtidas por meio do sistema *Dvideow* em um espaço calibrado e o registro das imagens realizado com seis câmeras de vídeo digitais (60 Hz). Os resultados apresentados mostraram que o padrão de movimento toracoabdominal de nadadores é coordenado entre o movimento das costelas e o volume dos compartimentos principalmente na região abdominal. A identificação do padrão respiratório em nadadores foi uma grande contribuição para a literatura da área.

Silvatti et al. (2012) avaliaram nadadores profissionais por meio da análise cinemática tridimensional com o mesmo sistema e modelo de reconstrução do tronco para o cálculo do volume dos compartimentos. O padrão respiratório encontrado foi uma maior variação do abdome concomitante a redução da variação do tórax relacionado aos anos de treinamento, exibe uma maior coordenação do padrão de movimento no compartimento abdominal. Portanto a biomecânica da respiração em nadadores é influenciada pelo tempo de treinamento da modalidade. Esses achados acrescentam para o conhecimento do efeito do treinamento físico da natação no padrão toracoabdominal.

### 3.3 O Método Pilates

*Joseph Hubertus Pilates* (1880-1967) em meados da década de 20 desenvolveu o método de exercício *Pilates*, a princípio conhecido como “Contrologia” (ANDERSON e SPECTOR, 2000). A execução do exercício é acompanhada de seis princípios norteadores fundamentais: concentração, controle, centralização, fluidez, precisão e respiração. Trabalhados juntos desenvolvem a consciência corporal para controlar os músculos menos trabalhados e relaxar

os mais tensos (LATEY, 2001). A concentração preza pela atenção ao movimento para o uso correto de cada musculatura solicitada na execução do exercício. O controle se relaciona à consciência corporal para a qualidade e refinamento do movimento dos grupamentos musculares. A fluidez equivale ao ritmo e a transição de um movimento para o outro e a precisão refere-se ao foco na execução e transição do movimento (LATEY, 2001). A centralização do corpo está relacionada com a ativação da área que se estende entre o diafragma e o assoalho pélvico, chamada de casa de força ou *powerhouse*, com objetivo de estabilizar a parede abdominal e lombar. Os grupamentos musculares que compõem a casa de força são: os flexores do tronco (reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno e transversos do abdome), os extensores do tronco (erectores da espinha, multifídeos e quadrado lombar), os extensores do quadril (glúteo máximo, isquiotibiais e cabeça posterior do adutor magno), os flexores do quadril (ilíopsoas, reto femoral, sartório, tensor da fáscia lata e os adutores da coxa) e músculos do assoalho pélvico (períneo) (MUSCULINO & CIPRIANI, 2004) além do diafragma. O princípio da respiração idealizado por *Joseph Pilates* incentiva respirar profundamente com ênfase numa inspiração e expiração completa, ou seja, com enfoque na expiração forçada para uma repleta inspiração (LATEY, 2001; PILATES, 2010). *Joseph Pilates* (2010) estimulava a aprendizagem da respiração correta, com ênfase na completa inalação e exalação do ar. Segundo Santos et al. (2015) a característica da respiração exigida pelo método *Pilates* é uma expansão lateral da caixa torácica auxiliada por meio dos músculos estabilizadores do tronco. De maneira que, movimentam-se as costelas lateralmente (alça de balde) e posteriormente (braço de bomba), assim predomina a expansão da caixa torácica e retém o movimento da parede abdominal durante a inspiração. Em seguida, realiza a expiração máxima com a liberação de todo ar inspirado.

A partir da década de 80 o método foi propagado através da divulgação e das publicações referentes ao método *Pilates*, além da abertura de novos estúdios pelos seguidores de *Joseph Pilates* ao redor do mundo. Os princípios originais do método foram alterados. Além dos princípios descritos anteriormente, foram incluídos: consciência, alinhamento, coordenação, alongamento e persistência (LATEY, 2002). Essas transformações ocorridas com o método *Pilates* influenciaram o público em geral a buscá-lo visando a melhora da aptidão física, saúde e qualidade de vida (SOUZA et al., 2006).

O *Pilates* tem duas abordagens: solo (*mat*) e com uso de aparelhos. O *Pilates* solo utiliza a resistência do próprio corpo. O *Pilates* com auxílio de aparelhos além de utilizar a resistência corporal faz uso de molas, a tensão da mola pode ser alterada para aumentar a resistência.

O método de exercício *Pilates* solo é amplamente buscado para o condicionamento físico por pessoas saudáveis, inclusive com a vantagem de oferecer aulas com baixo custo tornando-se mais acessível à população. Desta forma, a verificação dos efeitos do método *Pilates* solo se faz relevante na população saudável.

### *3.4 Efeitos da prática de Pilates solo em pessoas saudáveis*

A literatura revisada por pares apresenta benefícios do método *Pilates* solo em pessoas saudáveis para os seguintes parâmetros: físicos, psicológicos, neuromotores e fisiológicos. Efeitos do *Pilates* solo na capacidade de força muscular proporcionou o aumento da força abdominal e lombar, aumento da espessura do músculo reto abdominal, do transverso do abdome e do oblíquo interno (SIQUEIRA et al., 2015; CRITCHLEY et al., 2011; EMERY et al., 2010; (ENDLEMAN et al., 2008; SEKENDIZ et al., 2007). Ganhos na capacidade de flexibilidade foram apresentados nos grupos musculares isquiotibiais e da coluna lombar (quadrado lombar e eretores da espinha) (SINZATO et al., 2013; SEKENDIZ et al., 2007; SEGAL et al., 2004). A composição corporal de voluntárias idosas apresentou redução do percentual de gordura e aumento da massa magra (FOURIE et al., 2013b).

Nos parâmetros psicológicos, os efeitos encontrados foram o aumento do estado de consciência plena, melhora no estado de humor positivo e humor relaxado, redução do humor negativo, aumento no estado de motivação pessoal, redução do estresse, redução da depressão em mulheres idosas, efeitos positivos na satisfação com a vida, autoconceito físico e percepção do estado de saúde bem como na qualidade de vida (RODRÍGUEZ-FUENTES et al., 2014; LEOPOLDINO et al., 2013; CADWELL et al., 2013; (MOKHTARI et al., 2013; CRUZ-FERREIRA et al., 2011b; CALDWELL et al., 2009).

Em relação aos efeitos do *Pilates* solo sobre os parâmetros neuromotores, foi encontrado melhora no equilíbrio estático e dinâmico em voluntárias idosas. Também foi observada melhora do alinhamento frontal do ombro e alinhamento sagital da cabeça e pelve bem como redução da cifose torácica (HYUN et al., 2014; MOKHTARI et al., 2013; CRUZ-FERREIRA et al., 2013; EMERY et al., 2010).

Considerando parâmetros fisiológicos em voluntárias idosas a pressão arterial sistólica reduziu significativamente. Além disso, em adultos sedentários, melhorou a qualidade do sono, apresentando o *Pilates* solo como alternativa para a prevenção de distúrbio do sono como medida de tratamento não farmacológico (FOURIE et al., 2013a; LEOPOLDINO et al., 2013).

### 3.5 Efeitos do *Pilates* solo na respiração

Poucos estudos abordaram os efeitos do método *Pilates* solo sobre parâmetros respiratórios. Santos et al. (2015) analisaram parâmetros respiratórios em mulheres saudáveis, encontrando aumento na mobilidade toracoabdominal em três níveis (axilar, xifoideano e abdominal) mensurada com a cirtometria (com uma fita métrica quantifica a mobilidade toracoabdominal), além de aumento na resistência respiratória, aumento na força respiratória, aumento na pressão inspiratória máxima e na pressão expiratória máxima. A explicação para esse fato é a característica da respiração empregada no método *Pilates*, caracterizada em respiração com expansão lateral do tórax (movimento de alça de balde das costelas) associada à ação dos músculos estabilizadores do tronco. Jesus et al. (2015) também encontraram aumento da mobilidade toracoabdominal (axilar, xifoideano e abdominal) com a cirtometria e aumento na força muscular respiratória (pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima) em sujeitos saudáveis. Efeitos dos exercícios de *Pilates* solo sobre a força muscular respiratória também foram observados em idosos e pressão inspiratória/expiratória máxima em pacientes com fibrose cística (FRANCO et al., 2014; LOPES et al., 2014). Entretanto, considerando a mobilidade toracoabdominal, todos estes estudos utilizaram para mensuração a cirtometria, uma metodologia limitada por falta de um padrão nas medidas, pelo fato de não serem coletadas no mesmo ciclo respiratório, portanto, sujeitas à variação natural existente entre os ciclos respiratórios, além da apuração subjetiva do avaliador e imprecisão do instrumento de medição (KERKOSKI et al., 2004).

Recentemente foi concluída uma dissertação de mestrado no Laboratório de Biomecânica do Movimento e da Respiração do CEFD/UFES que utilizou a análise cinemática respiratória, por meio da videogrametria, para verificar o efeito da prática de 12 semanas de *Pilates* solo no padrão respiratório toracoabdominal. Foram encontradas evidências de aumento da mobilidade toracoabdominal de todos os compartimentos nas manobras respiratórias de volume corrente e de capacidade vital, além de apresentar alterações no percentual de

contribuição do tórax superior para valores semelhantes aos do abdome e diminuição da coordenação entre tórax inferior e abdome na manobra da capacidade vital (CAMPOS, 2015).

### 3.6 Efeitos do tempo de prática de Pilates solo

O tempo de prática de *Pilates* investigado na literatura levantada variou entre quatro semanas e 36 semanas. A tabela 1 descreve as principais alterações encontradas nos diferentes tempos de prática.

**Tabela 1 - Principais alterações com o *Pilates* solo em diferentes períodos de tempo.**

Tempo	Variável	Referência
4 semanas (3x, 50min)	↑ força (transverso do abdome e paravertebrais).	PINHEIRO et al., 2014
5 semanas (2x, 50min) (3x, 60min)	↑ hipertrofia do reto abdominal. ↑ equilíbrio dinâmico. ↑ força; ↑ resistência muscular; ↑ flexibilidade (músculos abdominais e lombares).	SIQUEIRA et al., 2015 JOHNSON et al., 2007 SEKENDIZ et al., 2007
8 semanas (2x, 45min) (3x, 60min)	↑ espessura do transverso do abdome e atividade elétrica. ↓ pressão sistólica. ↓ percentual de gordura e ↑ massa magra. ↑ flexibilidade; ↑ resistência muscular; ↓ gordura corporal.	CRITCHLEY et al., 2011 FOURIE et al., 2013 <sup>a</sup> FOURIE et al., 2013b ROGERS e GIBSON, 2009
10 semanas (2x)	↑ flexibilidade.	SINZATO et al., 2013
11 semanas (2x, 40min)	↑ força muscular respiratória.	LOPES et al., 2014
12 semanas (2x, 45min) (2x, 60min) (3x, 40min) (3x, 60min)	↑ mobilidade toracoabdominal; ↑ força; ↑ resistência da musculatura respiratória. ↑ mobilidade toracoabdominal; ↑ do % contribuição de abdome e tórax superior. ↑ mobilidade toracoabdominal; ↑ força muscular respiratória. ↑ força abdominal; ↓ cifose torácica. ↑ equilíbrio estático; ↑ equilíbrio dinâmico. ↑ equilíbrio; ↓ depressão. ↑ qualidade do sono; ↑ qualidade de vida. ↑ qualidade de vida.	SANTOS et al., 2015 CAMPOS, 2015 JESUS et al., 2015 EMERY et al., 2010 HYUN et al., 2014 MOKHTARI et al., 2013 LEOPOLDINO et al., 2013 RODRIGUÉZ-FUENTES et al., 2014
15 semanas (3x, 50min) (2x, 75min) (3x, 50min)	↓ humor negativo; ↓ estresse; ↑ consciência plena; relaxamento. ↑ humor positivo; ↑ qualidade do sono; ↓ humor negativo.	CALDWELL et al., 2013 CALDWELL et al., 2009
16 semanas (1x, 60min)	↑ força muscular respiratória.	FRANCO, et al., 2014

24 semanas (2x, 60min) (1x, 60min) (2x, 60min)	↑ alinhamento postural da cabeça, ombro e pelve. ↑ espessura do transverso do abdome e oblíquo interno. ↑ flexibilidade. ↑ satisfação com vida; ↑ percepção de saúde; ↑ autoconceito físico.	CRUZ-FERREIRA et al., 2013 ENDLEMAN et al., 2008 SEGAL et al., 2004 CRUZ-FERREIRA et al., 2011 <sup>a</sup>
36 semanas (2x, 55min)	↑ hipertrofia do reto abdominal; ↑ assimetria lado a lado dos músculos da parede abdominal	DORADO et al., 2012

↑ = aumento; ↓ = diminuição

As evidências apontaram respostas satisfatórias tanto para efeitos em longo prazo quanto efeitos em curto prazo de treinamento com o *Pilates* solo sobre os diversos parâmetros citados anteriormente. No entanto, o efeito do *Pilates* solo sobre os parâmetros respiratórios ainda não foram investigados por um longo período de tempo. O fator tempo é determinante para as adaptações do padrão respiratório frente ao exercício físico, visto que este está suscetível a alterações de acordo com o nível de treinamento. Mais especificamente, em determinada intensidade do exercício aeróbico induz um elevado consumo de oxigênio. Com isso, adaptações da fisiologia respiratória acarretam o aumento na ventilação pulmonar, à medida que ocorre o acréscimo de volume corrente e a redução da frequência respiratória. Consequentemente, o exercício físico aprimora a musculatura respiratória que proporciona a economia de energia. Os efeitos do treinamento intenso durante os três primeiros meses aumentam em 20% a capacidade aeróbica e aprimoram-se em até 50% ao prolongar o treinamento por dois anos, todo esse processo vai depender do quanto é recomendado de (intensidade, frequência e duração) no exercício físico (MCARDLE et al., 2003).



## 4 METODOLOGIA

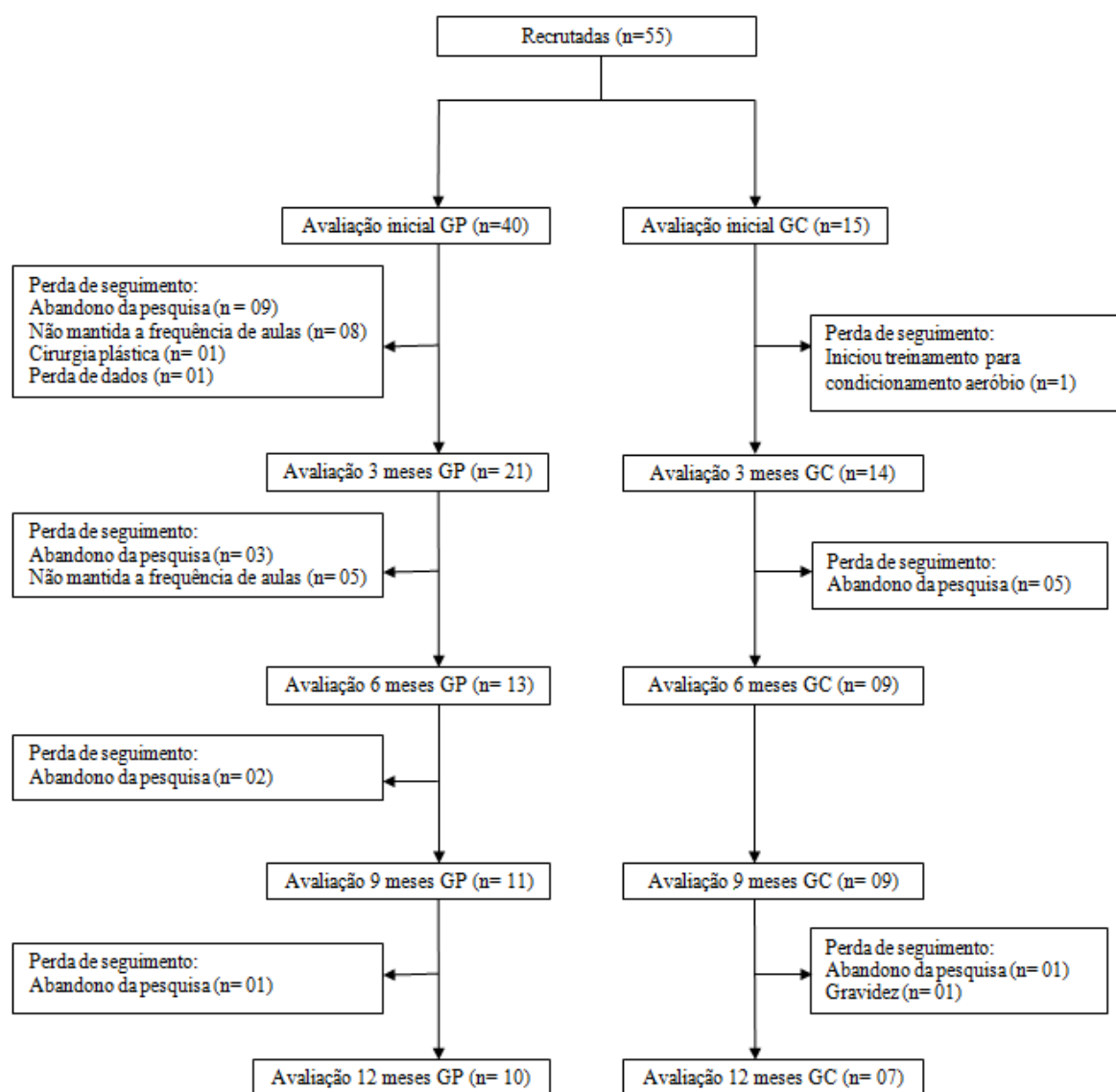
### 4.1 Casuística

A amostra deste estudo foi constituída inicialmente por 55 mulheres saudáveis, recrutadas entre estudantes e funcionárias da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e da comunidade externa, que atenderam os seguintes critérios de inclusão: idade entre 18 a 35 anos e não ter praticado *Pilates*. Nossos critérios de exclusão foram: diagnóstico de doença respiratória, osteomuscular ou neurológica, gravidez, obesidade ( $IMC > 30$ ) e prática regular de exercício aeróbio. As participantes não foram isentas de praticar treinamento de força. A amostra foi distribuída por conveniência (de acordo com a escolha da voluntária), em grupo *Pilates* (GP) ( $n= 40$ ) e grupo controle (GC) ( $n=15$ ). Adotou-se a distribuição por conveniência ao invés da randomização a fim de diminuir a perda amostral, visto que as voluntárias do grupo controle não poderiam praticar *Pilates* durante um longo período de tempo (12 meses) até o término do protocolo experimental. Mesmo assim, houve grande perda amostral. Chegaram ao final do protocolo experimental 10 mulheres no grupo *Pilates* e sete no grupo controle, conforme representado na figura 5.

O grupo *Pilates* participou de um protocolo de treinamento de *Pilates* solo duas vezes por semana, durante um período de 48 semanas, uma hora de aula por dia. A frequência de treino de duas sessões por semana justifica-se com base nas evidências da literatura sobre os efeitos na fisiologia e biomecânica respiratória e, também considerando a disponibilidade de tempo das participantes. As aulas foram ministradas no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ciências do Movimento (NUPEM/UFES) por uma professora de Educação Física certificada no método *Pilates* (Metacorpus). O grupo controle permaneceu sem treinamento de *Pilates* solo sendo orientado a manter a rotina de atividades habituais, mas não foram solicitadas a isenta-se da prática de treinamento de força. Ao fim do período de intervenção, todas as voluntárias foram convidadas a participarem das turmas de *Pilates* oferecidas no NUPEM.

Todas as participantes foram informadas sobre os potenciais benefícios e riscos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I). Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa (CEP/UFES) da UFES (protocolo: nº 616.188 - ANEXO II). Inicialmente as voluntárias preencheram uma ficha de *anamnese* (ANEXO III) e passaram por mensurações antropométricas a fim de caracterizar a amostra. Em seguida foi preenchido o Questionário de Atividade Física Internacional (*International Physical Activity*

*Questionnaire - IPAQ*) versão curta para avaliar o nível de atividade física regular das voluntárias (ANEXO IV).



**Figura 5 - Diagrama de distribuição da amostra.**

#### 4.2 Caracterização das aulas de Pilates solo

A princípio foi dialogado com as alunas que as aulas seriam em grupo, aproximando-se da realidade dos estúdios de *Pilates*, e também sobre a importância dos princípios fundamentais do método utilizados no decorrer das aulas. O treinamento foi conduzido em turmas com no máximo 10 voluntárias.

As voluntárias não tinham experiência com o *Pilates* solo, por conta disso, a aprendizagem dos princípios básicos do método foi priorizado nas quatro semanas de aulas iniciais, período

de adaptação. As voluntárias foram orientadas a ativar a musculatura entre o diafragma, assoalho pélvico, parede abdominal, região lombar e flexores e extensores de quadril; manter a respiração profunda (inspirar e exalar ao máximo); manter a concentração; o controle do movimento; a fluidez e a precisão do movimento durante execução de todos os exercícios. Apesar de não ter sido avaliada a percepção subjetiva de esforço, o nível de exigência durante a execução dos exercícios ocorria de forma gradual com o número de repetições por exercício variando de 5 a 8. De maneira que as sessões de treinamento foram realizadas com intensidade moderada, com o aumento do tempo de execução do exercício e a redução do intervalo de descanso. O protocolo de exercícios executados durante o período de 48 semanas foi descrito no ANEXO V.

As aulas iniciais tinham por objetivo o aprendizado da posição neutra da pelve (posição entre a retroversão e anteversão); a ativação da musculatura entre o diafragma, assoalho pélvico, parede abdominal, região lombar e flexores e extensores de quadril; a respiração do *Pilates* e os movimentos envolvidos nos exercícios. Destaca-se que a musculatura abdominal é bastante ativada durante a execução dos exercícios, além de ser responsável pela ação de expiração. No decorrer da aula a respiração utilizada iniciou-se com a ativação do diafragma, isso é, o volume abdominal aumentava acompanhada da expansão da caixa torácica. Em seguida, a expiração ocorria com a retração da caixa torácica e redução do volume abdominal devido a maior ativação da musculatura abdominal. Todos os movimentos eram realizados inicialmente em decúbito dorsal no colchonete, com realização dos exercícios para o fortalecimento dos músculos abdominais e paravertebrais e flexibilidade do tronco. Progredia-se para a posição em decúbito ventral, os exercícios com movimentos diagonais e circulares de membros superiores e inferiores; e exercícios com quatro e dois apoios.

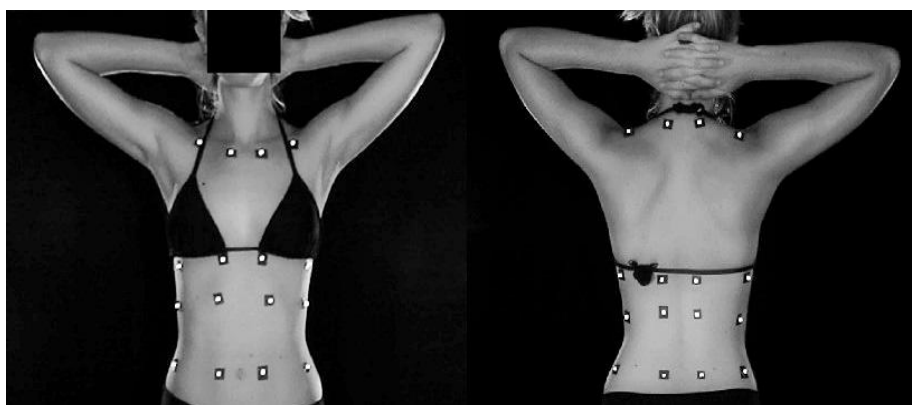
As aulas eram compostas por alongamento (10 minutos); preparação para os exercícios de *Pilates* solo (10 minutos); os exercícios básicos intermediários e avançados (30 minutos); e relaxamento (10 minutos). O alongamento no início da aula tinha por objetivo estimular a melhora da amplitude de movimento da coluna vertebral e da cadeia posterior. Os objetivos dos exercícios *Pilates* solo eram para fortalecimento da parede abdominal e posterior de tronco, aumentar os espaços intervertebrais com o crescimento axial da coluna, estimular a melhora da amplitude de movimento da coluna vertebral e cadeia posterior, trabalhar coordenação, alinhamento, controle, coordenação e dissociação e integração dos membros inferiores e superiores. Ao fim da aula era realizado o relaxamento com massagem na região

posterior do tronco (duplas), massagem na cervical (duplas) e alongamento dos membros superiores e inferiores com a rotação do tronco em decúbito dorsal no colchonete.

Durante a execução das aulas, as voluntárias eram orientadas a interromper imediatamente no caso de sentir dor ou qualquer desconforto, da mesma forma, se não executasse corretamente a ativação da musculatura entre o diafragma e assoalho pélvico e a respiração do *Pilates*. Em seguida, caso necessário era feita a correção o exercício era executado novamente.

#### 4.3 Procedimento experimental

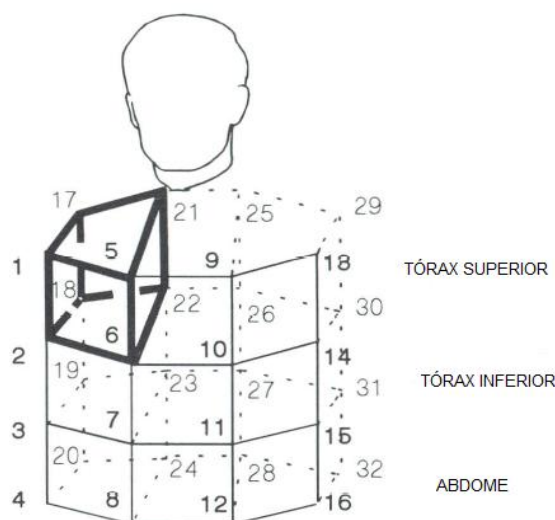
Inicialmente as voluntárias foram orientadas sobre o procedimento da coleta de dados referente à execução das manobras respiratórias. As voluntárias utilizaram um biquíni na parte superior do tronco, deixando à mostra a área para marcação. Todas as voluntárias foram preparadas pelo mesmo pesquisador, que palpou e identificou as referências anatômicas para fixar os marcadores sobre a pele seguindo um modelo de referência do tronco. O modelo de marcação utilizado para representação do tronco geometricamente foi de 32 marcadores esféricos de cinco mm retroreflexivos, de acordo com o modelo descrito por Ferrigno et al. (1994), conforme mostra a figura 6.



**Figura 6 - Marcação do tronco.**

O modelo de marcação proposto divide o tronco em seções horizontais e verticais. Nas seções horizontais o tronco é dividido em tórax superior, tórax inferior e abdome. Nas seções verticais é dividido em direita, centro e esquerda, conforme a figura 7. Os marcadores são posicionados horizontalmente em linhas na região anterior ao tronco nas seguintes referências anatômicas: segunda costela, processo xifoide, décima costela e linha umbilical. O tórax superior representa o movimento dos músculos do pescoço e paraesternais, o tórax inferior reflete ação do músculo diafragma e o abdome representa a ação dos músculos diafragma e da

parede abdominal. As linhas verticais representam o espaço delimitado entre a linha axilar anterior e média. Os marcadores da região posterior do tronco representam uma projeção dos marcadores posicionados à frente do tronco. Os 32 marcadores foram confeccionados manualmente, sendo recobertos por um material retroreflexivo, uma base de plástico e fita aderente dupla face antialérgica.



**Figura 7 - Compartimentos do tronco. Fonte: Adaptada de Ferrigno et al., (1994).**

As voluntárias foram orientadas a posicionar-se no centro do ambiente calibrado para a coleta de dados, em posição ortostática com os ombros abduzidos e as mãos entrelaçadas atrás da cabeça. Foi obtida a aquisição de imagens das voluntárias realizando as manobras respiratórias em volume corrente (VC) e em capacidade vital (CV). O volume corrente consiste no volume de ar inspirado e expirado em um ciclo respiratório tranquilo. A capacidade vital consiste em inspirações máximas seguidas por expirações máximas (BARRETO E CAVALAZZI, 2002). Ambas as manobras foram realizadas durante um minuto. As manobras em capacidade vital foram realizadas com estímulo verbal do avaliador.

O ambiente era revestido por cortinas pretas ao redor das câmeras e o piso preto, para aumentar o contraste entre a voluntária e os marcadores. As coletas de dados foram realizadas no BIMOR do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da UFES.

#### *4.4 Aquisição das imagens*

Para o registro das imagens do movimento respiratório foram utilizadas seis câmeras de vídeo digitais marca JVC (*EVERIO GZ-HD500*) padrão NTSC, posicionadas três à frente e três

atrás da voluntária, com o intuito a cobrir todo o volume a ser registrado. As câmeras foram fixadas a um tripé (*FANCIER WF-FT-6102*) e ao lado de cada câmera foi colocado um iluminador. Os parâmetros utilizados na configuração das câmeras foram os seguintes: efeito preto e branco, foco manual, sem zoom, resolução espacial de 1920 x 1080 pixels e resolução temporal de 30 *hertz* (Hz). As imagens foram desentrelaçadas, sendo sua frequência de análise de 60 Hz.

A fim de corrigir a defasagem temporal entre as imagens registradas, visto que as câmeras não gravam simultaneamente, foi necessário sincronizar as imagens para garantir uma equivalência entre os registros. Então um evento escolhido para realizar a sincronização foi bater palma. Portanto, o quadro da imagem em que as mãos do pesquisador encostavam-se em todas as câmeras, era considerado o instante da sincronização.

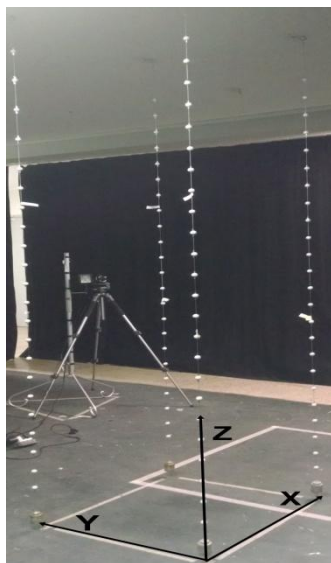
#### *4.5 Análise cinemática tridimensional e calibração das câmeras*

A análise cinemática tridimensional da respiração foi realizada para obter os valores de mobilidade e coordenação do movimento toracoabdominal. Os registros de imagens obtidos de cada câmera foram convertidos para o formato *avi* (*audio vídeo interlaced*) através do software *Adobe Premiere Elements 8*. Somente após este tratamento os arquivos de imagens foram processados no sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos.

Para obtenção das coordenadas dos marcadores foi utilizado o sistema *Dvideow* (*Digital Vídeo for Biomechanics for Windows*) (FIGUEROA et al., 2003; BARROS et al., 1999), utilizado amplamente na análise biomecânica do movimento humano inclusive durante as manobras respiratórias. A partir das imagens registradas por câmeras de vídeo, obtêm-se as coordenadas tridimensionais de marcadores passivos. O procedimento realizado no *Dvideow* foi o rastreamento dos marcadores na sequência de imagens, para a obtenção das coordenadas de tela de cada marcador de acordo com a ordem numérica da marcação. As medidas de rastreamento foram realizadas automaticamente. Os algoritmos, ou seja, sequências de instruções programadas para o processo de rastreamento utilizados foram descritos por Barros et al. (1999).

O sistema de calibração utilizado neste trabalho foi feito com quatro fios de prumos fixados no teto, confeccionados por um cabo de aço composto por 22 esferas retrorreflexivas em cada fio, posicionadas com distância conhecida entre elas, conforme a Figura 8. O posicionamento

dos fios de prumos delimita o espaço a ser calibrado, ou seja, o volume para englobar o tronco das voluntárias para análise. Gerada a matriz de calibração, realizou-se a reconstrução tridimensional dos marcadores do tronco das voluntárias. O procedimento de calibração de câmeras e reconstrução das coordenadas tridimensionais dos marcadores utilizado neste trabalho foi proposto por Abdel-Aziz e Karara (ABDEL-AZIZ E KARARA, 1971), através do método DLT (*Direct Linear Transformation*) implementado no sistema *Dvideow*.



**Figura 8 - Disposição dos calibradores no espaço e o sistema de referência.**

Todas as coordenadas tridimensionais foram suavizadas através do filtro digital *butterworth* de 2ª ordem com frequência de corte de 0.1 Hz, definida a partir da comparação entre os dados brutos e suavizados (análise de resíduos). Para o tratamento dos dados foi utilizado o programa *Matlab*, ambiente de rotinas matemáticas para a obtenção das variáveis descritoras da movimentação da parede torácica.

#### 4.6 Cálculo do volume e variáveis experimentais

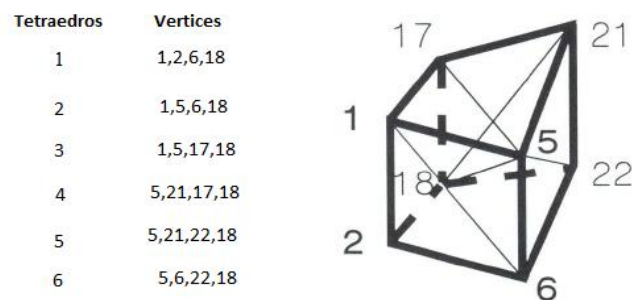
A matriz com as coordenadas X, Y e Z de cada marcador em função do tempo foi utilizada, então, para o cálculo dos volumes dos compartimentos toracoabdominais. O modelo geométrico de representação do tronco divide a parede torácica em figuras irregulares, representadas por referências anatômicas do tronco definidas pelos marcadores como vértices, assim como proposto por Ferrigno et al. (1994). Este modelo de representação do tronco permite calcular nove compartimentos, ou seja, equivalente a nove dodecaedros (poliedro de 12 faces). Cada compartimento é delimitado por oito marcadores, quatro dispostos

anteriormente ao tronco e quatro posteriormente ao tronco. Cada dodecaedro é composto por seis tetraedros que são calculados a partir das coordenadas dos vértices por uma fórmula geométrica simples, conforme a figura 9 e a equação a seguir:

$$V_{\text{compartimentos}} = \sum_{n=1}^6 \frac{|\vec{W}_i \times \vec{U}_i \cdot \vec{V}_i|}{6} \quad (2)$$

onde os vetores W, U e V representam os lados do tetraedro. A partir da soma dos seis tetraedros obtém-se o volume de cada dodecaedro em função do tempo.

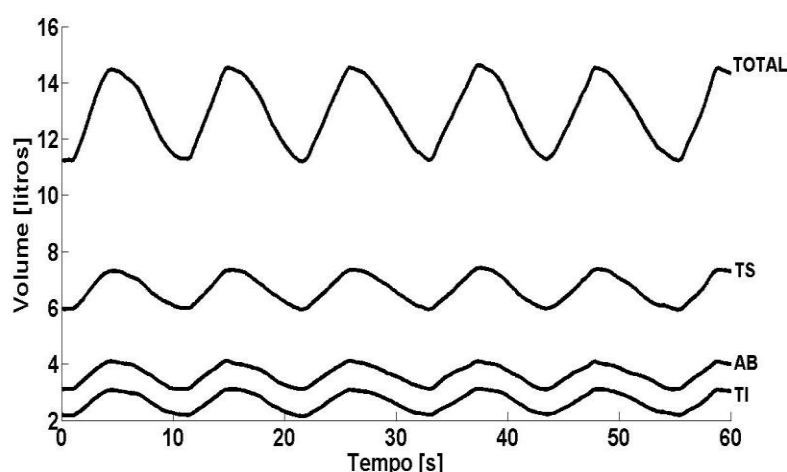
As medidas em centímetros cúbicos do volume são convertidas para litros mediante divisão por 1000. A soma do volume dos nove compartimentos corresponde ao volume total do tronco (TOTAL). Os compartimentos são representados em tórax superior (TS), tórax inferior (TI) e abdome (AB).



**Figura 9 - Representação da formação do dodecaedro pelos seus tetraedros e vértices.**  
**Fonte: Adaptada de Ferrigno et al., (1994).**

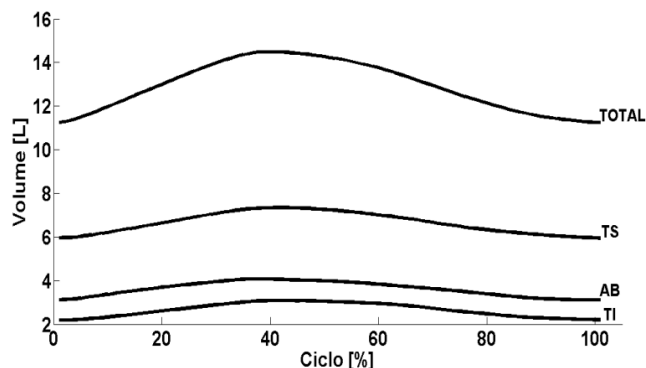
A partir das coordenadas tridimensionais dos marcadores do tronco em função do tempo foram definidas as variáveis para o estudo. A soma dos nove compartimentos corresponde ao volume total do tronco. Os compartimentos do tronco foram distribuídos em tórax superior (TS), tórax inferior (TI) e abdome (AB). A partir das manobras de volume corrente e capacidade vital são gerados os ciclos respiratórios realizados pelas voluntárias representados em curvas de volumes em função do tempo em ambiente *Matlab* (Figura 10).





**Figura 10 - Curvas de volume total e de cada compartimento.**

A partir dos ciclos normalizados foi obtida a curva média do volume de cada compartimento nas duas manobras, representando o ciclo respiratório de cada voluntária (figura 11). As variáveis analisadas a partir das curvas do ciclo médio em função do tempo foram mobilidade de cada compartimento, contribuição de cada compartimento para o volume total do tronco e a coordenação entre os compartimentos.



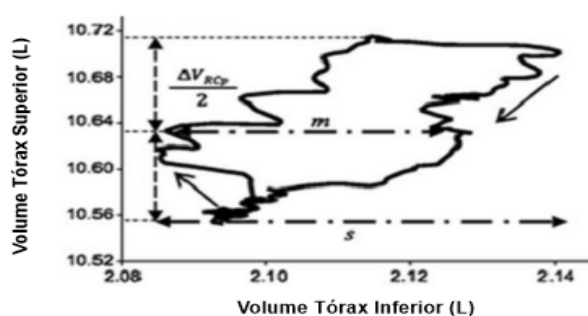
**Figura 11 - Curvas médias de uma voluntária.**

A mobilidade de cada compartimento e o volume total com todos os compartimentos é definida pela diferença entre o valor máximo e mínimo (*range* ou amplitude) da curva de volume. O percentual de contribuição de cada compartimento para o volume total do tronco foi calculado com o valor de amplitude da curva sendo 100%.

A coordenação de movimento dos compartimentos foi calculada por meio do ângulo de fase ( $\Theta$ ) corresponde a variação entre o volume de cada compartimento, obtido a partir da figura de *Lissajous* (Figura 12), como proposto por Priori et al. (2013):

$$\theta = \sin^{-1} (m/s) \quad (3)$$

onde  $m$  representa a distância delimitada pelos interceptos do *loop* numa linha paralela entre o eixo X posicionada a 50% da amplitude do sinal do eixo Y, e  $s$  representa a amplitude do sinal do eixo X (PRIORI et al., 2013). Quanto mais próximo o ângulo de fase estiver de zero, mais sincronia de movimento há entre compartimentos. Entretanto o ângulo de fase acima de  $90^\circ$  e próximo de  $180^\circ$  representam assincronia de movimento toracoabdominal. Foi calculado o ângulo de fase entre o tórax superior e inferior, entre o tórax superior e o abdome e entre o tórax inferior e o abdome.



**Figura 12 - Exemplo do gráfico de *Lissajous* utilizada para o cálculo do ângulo de fase entre o tórax superior e tórax inferior. Fonte: Adaptada de Priori et al., (2013).**

Quando os valores de ângulo de fase aproximam-se de zero, representam a sincronia de movimento entre os compartimentos. Enquanto que o aumento do ângulo de fase para  $90^\circ$  representa assincronia de movimento entre os compartimentos, este valor pode chegar a  $180^\circ$ , descrita como uma completa assincronia de movimento toracoabdominal.

#### 4.7 Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 20*. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste *Shapiro-Wilk*. Para a comparação dos grupos em relação aos dados antropométricos foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras independentes. Aos resultados do percentual de contribuição dos compartimentos para o volume total foi aplicado a transformação arcoseno (ZAR, 1999), visto que as percentagens e proporções não apresentam distribuição normal. Devido ao tamanho reduzido da amostra ao final do protocolo e já que os dados não passaram no teste de normalidade, foram utilizados testes estatísticos não paramétricos considerando apenas as

voluntárias que passaram por todas as avaliações (GP=10 e GC=7). Foi utilizado o teste não paramétrico de *Friedman* para comparar os períodos de tempo de treinamento com o *Pilates* solo das voluntárias do grupo *Pilates*, assim como foi comparado os períodos de avaliações do grupo controle, com um nível de significância de  $p < 0,05$ . Análise *post hoc* com o teste *Wilcoxon* foi realizada com a correção de *Bonferroni*, em um nível de significância de  $p < 0,005$ . Para comparação entre os grupos (Controle vs. *Pilates*) foi utilizado o teste *Mann-Whitney* com nível de significância de  $p < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

Na tabela 2 estão apresentados os valores de média, desvio padrão, valor mínimo e máximo dos parâmetros idade, massa corporal, altura e índice de massa corporal (IMC) das voluntárias do grupo Controle (GC) e grupo *Pilates* (GP). Não houve diferença estatisticamente significativa nas variáveis idade e altura entre os grupos. As variáveis massa e IMC apresentaram diferença significativa entre os grupos.

**Tabela 2 - Características antropométricas dos grupos controle e *Pilates***

Parâmetros	GC (n=07)	GP (n=10)	Valor de <i>p</i>
Idade (anos)	25,43±3,41 (22-30)	23,1±3,03 (19-28)	0,159
Massa (kg)	68,57±3,05 (65,0-74,0)	57,4±8,03 (41,0-72,0)*	0,003
Altura (m)	1,66±7,14 (1,58-1,78)	1,61±6,13 (1,51-1,70)	0,164
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,80±1,21 (23,34-26,17)	21,97±3,12 (17,98-27,80)*	0,039

\*Diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo controle.

Média±DP (mínimo - máximo)

IMC – Índice de massa corporal

Na tabela 3 estão representados os dados referentes ao nível de atividade física habitual das voluntárias dos grupos Controle e *Pilates*. Nenhuma das voluntárias apresentou perfil de sedentária. Sete voluntárias não responderam ao questionário (duas voluntárias do grupo Controle e cinco voluntárias do grupo *Pilates*).

**Tabela 3 - Nível de atividade física habitual dos grupos Controle (GC) e *Pilates* (GP).**

<b>Avaliação</b>	<b>GC (n= 07)</b>										<b>GP (n= 10)</b>									
	<b>0</b>	<b>%</b>	<b>3</b>	<b>%</b>	<b>6</b>	<b>%</b>	<b>9</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>	<b>0</b>	<b>%</b>	<b>3</b>	<b>%</b>	<b>6</b>	<b>%</b>	<b>9</b>	<b>%</b>	<b>12</b>	<b>%</b>
Muito Ativo	2	29	4	57	3	43	2	29	3	43	3	30	1	10	4	40	3	30	3	30
Ativo	5	71	3	43	4	57	5	71	4	57	5	50	7	70	5	50	5	50	5	50
Irregularmente ativo	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	20	2	20	1	10	2	20	1	10
Sedentário	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Não responderam	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	10
Total	7	100	7	100	7	100	7	100	7	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100

A figura 13 apresenta a mobilidade total do tronco, do tórax superior, do tórax inferior e do abdome das voluntárias do grupo Controle e grupo *Pilates* durante a respiração em volume corrente na avaliação inicial (0) e após três (3), seis (6), nove (9) e doze meses (12).

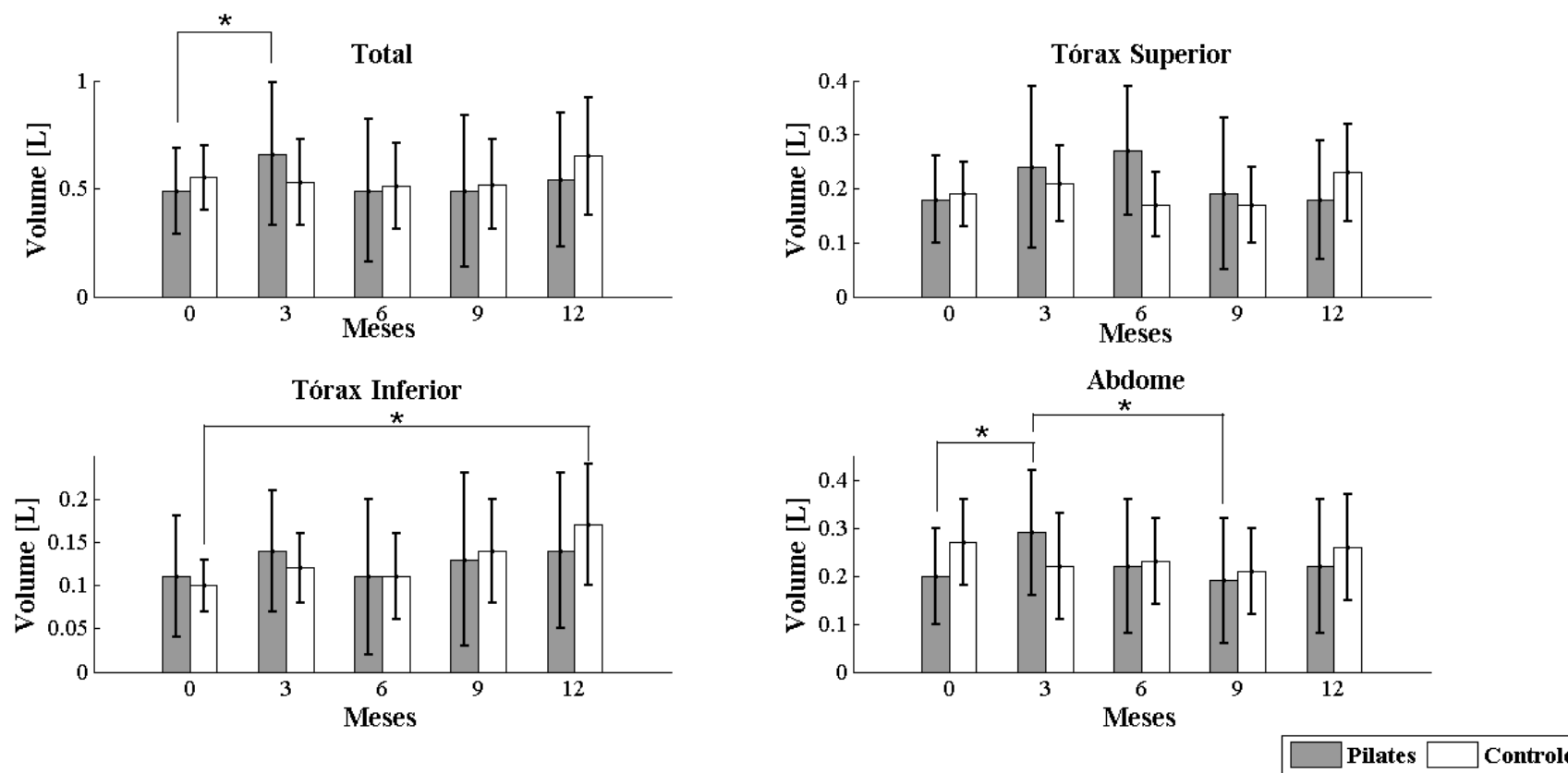
Observa-se que a mobilidade total do grupo *Pilates* aumentou significativamente com o treinamento de *Pilates* solo durante a manobra do volume corrente ( $X^2(2) = 9,427$ ,  $p = 0,045$ ). Houve um aumento significativo de 34% entre o momento de 3 meses de treino quando comparado a fase inicial (3 vs. 0) ( $Z = -2,701$ ,  $p = 0,004$ ). O grupo Controle não mostrou diferença estatística significativa na mobilidade total entre os períodos de avaliações.

Já a mobilidade do tórax superior de ambos os grupos (GC e GP) não apresentou diferenças significativas nas 48 semanas (0, 3, 6, 9 e 12 meses).

Da mesma forma, a mobilidade do tórax inferior no grupo *Pilates* não exibiu diferença estatisticamente significativa entre os períodos de treinamento. Diferente do grupo Controle que aumentou significativamente a mobilidade do tórax inferior durante a manobra do volume corrente ( $X^2(2) = 9,444$ ,  $p = 0,041$ ). Um aumento significativo de 66% ocorreu período de 12 meses de avaliação quando comparada com a avaliação inicial (12 vs. 0) ( $Z = -2,375$ ,  $p = 0,005$ ).

Nota-se que a mobilidade do abdome do grupo *Pilates* teve um aumento estatisticamente significativo com o treinamento, logo em seguida houve uma redução da mobilidade do abdome ( $X^2(2) = 12,297$ ,  $p = 0,006$ ). Apresentou-se um aumento significativo de 40% da mobilidade do abdome no período 3 meses quando comparado com a etapa inicial do treino (3 vs. 0) ( $Z = -2,670$ ,  $p = 0,004$ ), porém ocorreu uma redução de 34% entre o período de 9 meses de treino quando comparado a fase de 3 meses de prática (9 vs. 3) ( $Z = -2,521$ ,  $p = 0,004$ ). Enquanto a mobilidade do abdome do grupo Controle não apresentou diferença significativa no decorrer do estudo.

No entanto, não houve diferença significativa entre o volume total e os compartimentos (tórax superior, tórax inferior e abdome) durante volume corrente, assim como dentre as variáveis entre grupos (GC e GP).



**Figura 13 - Mobilidade dos compartimentos durante respiração em Volume Corrente. As barras de erro representam o desvio-padrão. \* diferença entre os períodos de tempo. \*\* diferença entre grupos.**

A Figura 14 apresenta a mobilidade total do tronco, do tórax superior, do tórax inferior e do abdome das voluntárias do grupo Controle e grupo *Pilates* durante a respiração em capacidade vital na avaliação inicial (0) e após três (3), seis (6), nove (9) e doze meses de estudo.

Destaca-se que o grupo *Pilates* apresentou aumento significativo da mobilidade total com o treinamento de *Pilates* solo durante a capacidade vital ( $X^2 (2) = 14,869$ ,  $p = 0,003$ ). Um aumento significativo de 19% na fase entre 3 meses de treino quando comparado com a etapa inicial (3 vs. 0) ( $Z = -2,805$ ,  $p = 0,002$ ), juntamente com um aumento significativo de 16% entre o período de 12 meses de treino quando comparado a fase inicial (12 vs. 0) ( $Z = -2,803$ ,  $p = 0,002$ ). Porém a mobilidade total do grupo Controle não exibiu diferença estatística durante o período de estudo.

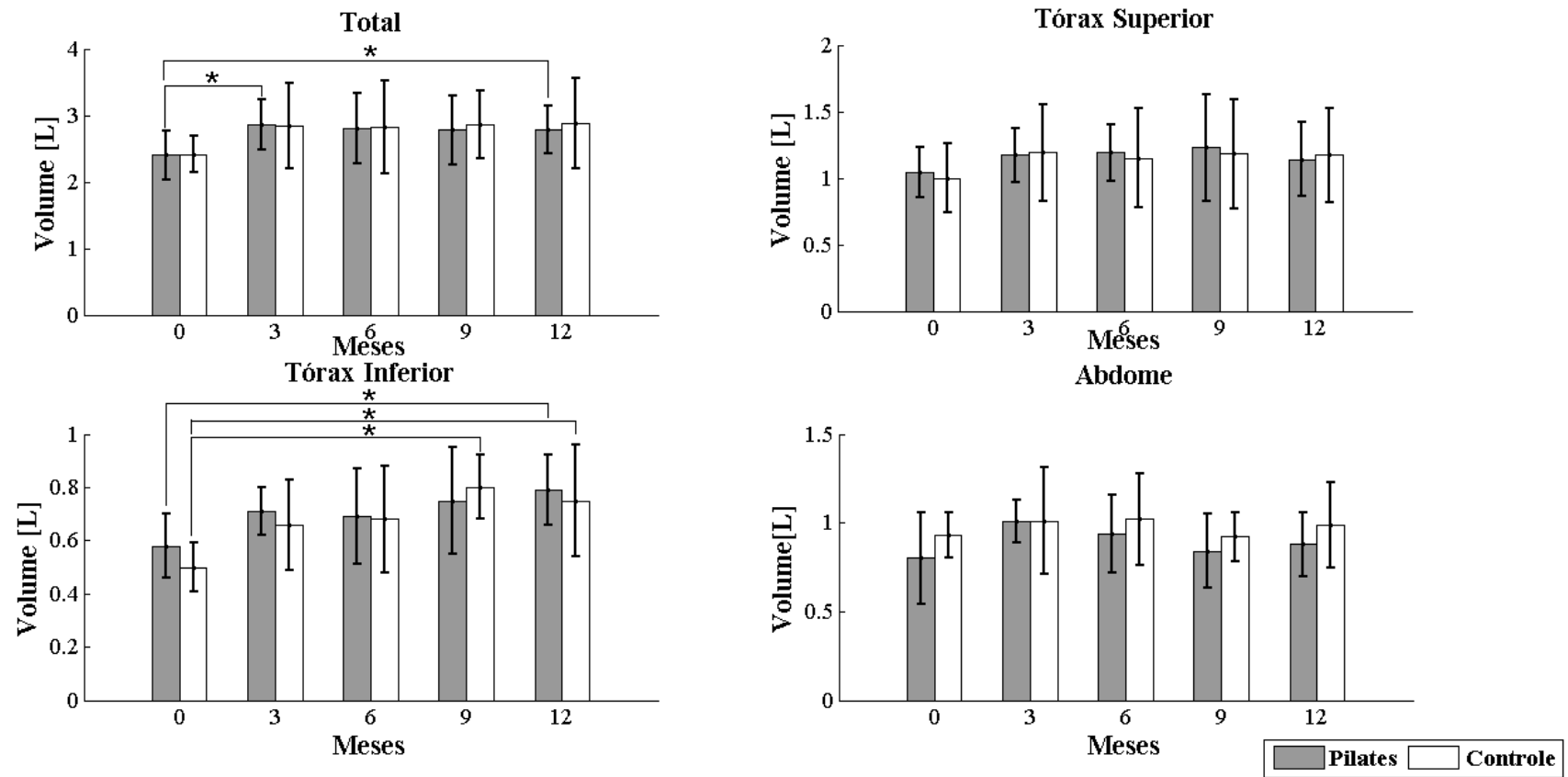
Entretanto a mobilidade do tórax superior durante a capacidade vital do grupo *Pilates* entre os períodos de treinamento não apresentou diferença significativa, assim como do grupo Controle para os períodos de avaliações.

Enquanto a mobilidade do tórax inferior durante capacidade vital do grupo *Pilates* apresentou aumento significativo com o treinamento ( $X^2 (2) = 14,429$ ,  $p = 0,003$ ). De modo que ocorreu um aumento significativo de 37% da mobilidade entre o momento de 12 meses de treino quando comparado com a etapa inicial do treinamento (12 vs. 0) ( $Z = -2,666$ ,  $p = 0,004$ ). Da mesma forma, o grupo Controle apresentou diferença significativa para o aumento da mobilidade do tórax inferior durante a capacidade vital ( $X^2 (2) = 15,799$ ,  $p = 0,001$ ). À medida que houve um aumento de 59% no momento de avaliação entre 9 meses quando comparado a avaliação inicial (9 vs. 0) ( $Z = -2,371$ ,  $p = 0,005$ ), também ocorreu um aumento de 50% no período de avaliação entre 12 meses quando comparado a etapa inicial de avaliação (12 vs. 0) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ).

No entanto, a mobilidade do abdome durante a capacidade vital do grupo *Pilates* entre os períodos de treinamento não foi estatisticamente significativa, como também para do grupo Controle nos períodos de avaliações.

Quanto ao volume total quando comparado entre os compartimentos (tórax superior, tórax inferior e abdome) durante capacidade vital não demonstrou diferença estatística significativa, bem como dentre as variáveis entre grupos (GC e GP).





**Figura 14 - Mobilidade dos compartimentos durante respiração em capacidade vital. As barras de erro representam o desvio-padrão. \* diferença entre os períodos de tempo. \*\* diferença entre grupos.**

A Figura 15 apresenta a contribuição média do tórax superior, do tórax inferior e do abdome das voluntárias do grupo Controle e grupo *Pilates* durante a respiração em volume corrente na avaliação inicial (0), após três meses (3), após seis meses (6), após nove meses (9) e após doze meses durante 48 semanas.

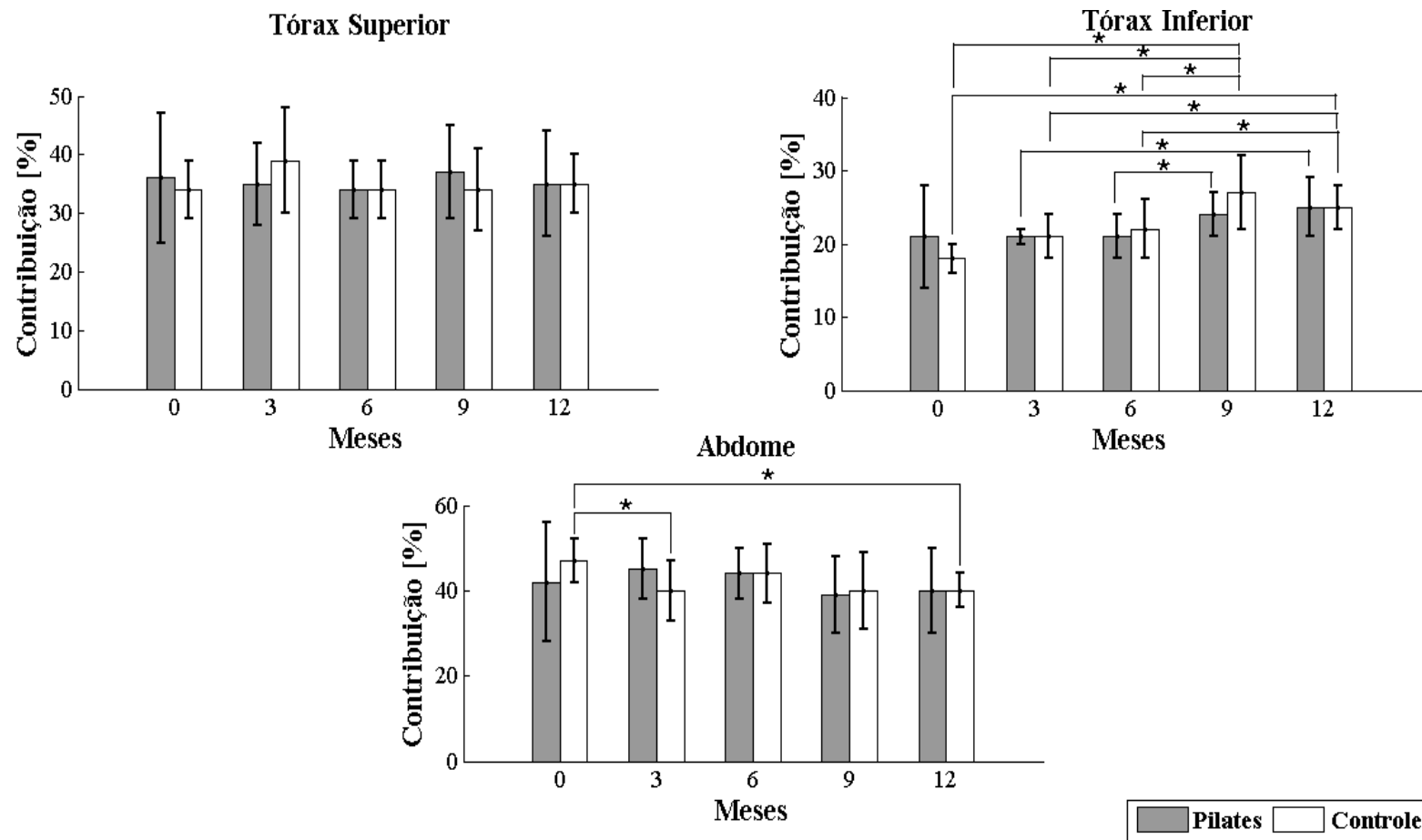
Observa-se que o percentual de contribuição do tórax superior durante volume corrente do grupo *Pilates* não foi estatisticamente significativo quando comparado os períodos de treinamento, como também para o grupo Controle quando comparado os períodos de avaliações.

Ressalta-se que o percentual de contribuição do tórax inferior durante volume corrente do grupo *Pilates* apresentou aumento significativo com o treinamento de *Pilates* solo durante o volume corrente ( $X^2 (2) = 11,440$ ,  $p = 0,017$ ). Essa contribuição do tórax inferior exibiu um aumento de 20% no tempo de 12 meses de treinamento quando comparado com a etapa de 3 meses de treino (12 vs. 3) ( $Z = -2,599$ ,  $p = 0,005$ ); e também um aumentou 15% entre o período de 9 meses de treinamento quando comparado com a fase de 6 meses de treino (9 vs. 6) ( $Z = -2,599$ ,  $p = 0,005$ ). Assim como o grupo Controle que apresentou diferença significativa na contribuição do tórax inferior durante o volume corrente ( $X^2 (2) = 25,257$ ,  $p = 0,000$ ). Ao passo que aumentou a contribuição do tórax inferior de 38% entre o tempo de 12 meses quando comparado entre a avaliação inicial (12 vs. 0) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ); como também ocorreu o aumento de 21% entre o momento de avaliação de 12 meses quando comparado com a fase de 3 meses (12 vs. 3) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ); bem como o aumento de 14% entre o período de 12 meses quando comparada com a avaliação entre o tempo de 6 meses (12 vs. 6) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ); da mesma forma ocorreu o aumento de 44% entre o período de 9 meses quando comparado com a fase da avaliação inicial (9 vs. 0) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ); juntamente com o aumento de 26% no tempo de 9 meses quando comparado entre a avaliação no momento de 3 meses (9 vs. 3) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ); seguido do aumento de 20% entre a avaliação no momento de 9 meses quando comparada com a avaliação da etapa de 6 meses (9 vs. 6) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ).

Entretanto, o percentual de contribuição do abdome no grupo *Pilates* durante o volume corrente não apresentou diferença estatística significativa. Enquanto o grupo Controle apresentou uma redução significativa ( $X^2 (2) = 13,029$ ,  $p = 0,006$ ). Ocorreu uma redução de 17% entre a etapa de 12 meses quando comparada com a avaliação inicial (12 vs. 0) ( $Z = -$

2,366,  $p = 0,005$ ); e também uma redução de 16% entre a avaliação na fase de 3 meses quando comparada com a avaliação inicial (3 vs. 0) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ).

No entanto quando comparadas as variáveis nos percentuais de contribuição entre tórax superior, tórax inferior e abdome durante o volume corrente não exibiu diferença estatística significativa, assim também como entre os grupos (GC e GP).



**Figura 15 – Percentual de contribuição dos compartimentos durante respiração em Volume Corrente. As barras de erro representam o desvio-padrão. \* diferença entre os períodos de tempo. \*\* diferença entre grupos.**

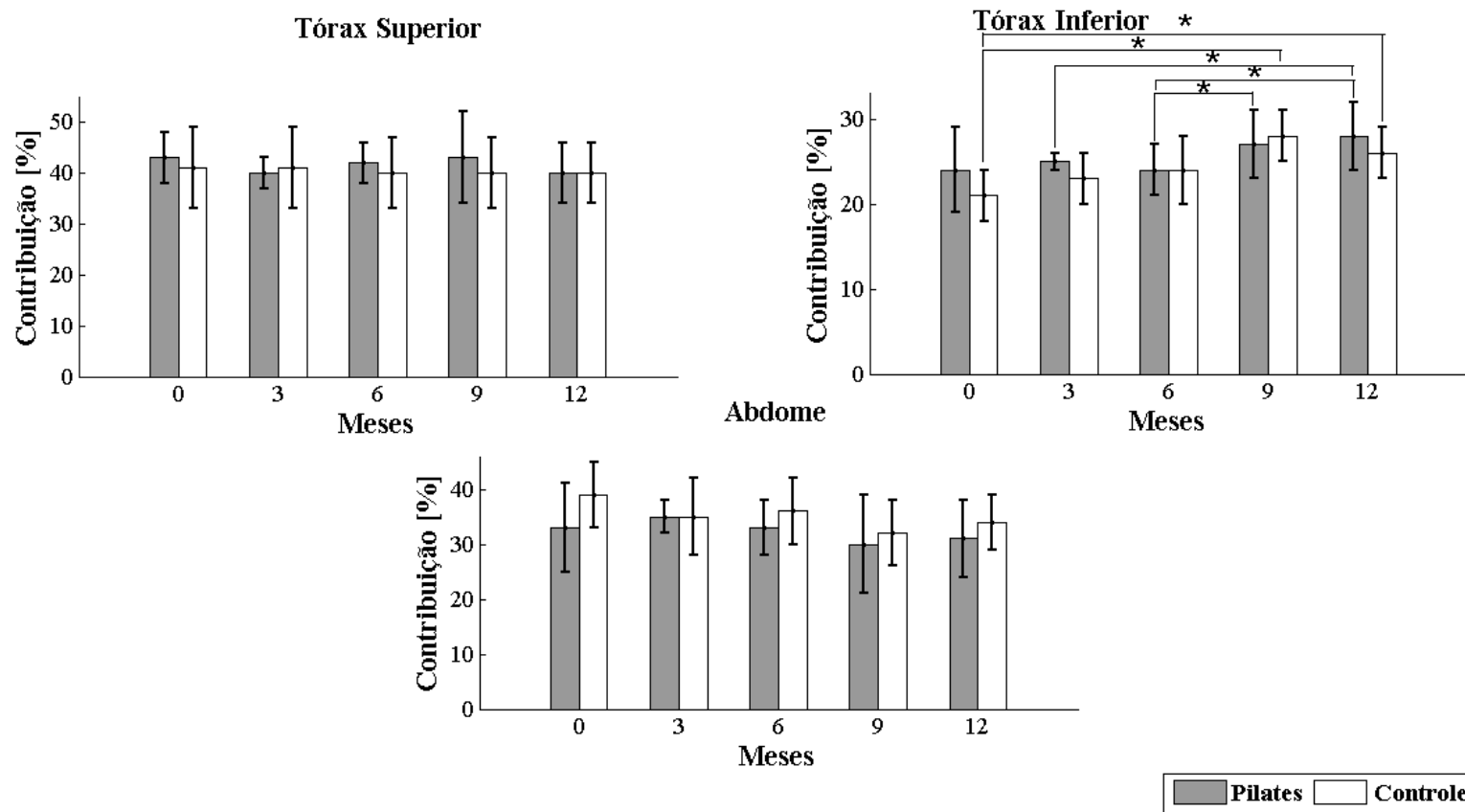
A figura 16 apresenta a contribuição média do tórax superior, do tórax inferior e do abdome das voluntárias do grupo Controle e grupo *Pilates* durante a respiração em capacidade vital na avaliação inicial (0) e após três (3), seis (6), nove (9) e doze meses de estudo.

No entanto o percentual de contribuição do tórax superior durante capacidade vital não apresentou diferença significativa no grupo *Pilates* quando comparado os períodos de treinamento com *Pilates* solo, assim como no grupo Controle quando comparado os períodos de avaliações.

Enquanto o percentual de contribuição do tórax inferior durante a capacidade vital no grupo *Pilates* exibiu um aumento ( $X^2(2) = 11,960$ ,  $p = 0,013$ ). Nota-se um aumento significativo de 16% entre período de 12 meses quando comparado com a fase de 6 meses de treinamento (12 vs. 6) ( $Z = -2,497$ ,  $p = 0,005$ ); assim como um aumento de 15% entre o tempo de 12 meses de treinamento quando comparado com a etapa de 3 meses (12 vs. 3) ( $Z = -2,599$ ,  $p = 0,005$ ); como também um aumento de 9% entre o momento de 9 meses de treinamento quando comparado com 6 meses de treinamento (9 vs. 6) ( $Z = -2,547$ ,  $p = 0,005$ ). Da mesma forma o percentual de contribuição do tórax inferior do grupo Controle apresentou um aumento significativo entre os períodos de avaliações. De modo que ocorreu um aumento significativo de 34% na avaliação entre o tempo de 9 meses quando comparada a avaliação inicial (9 vs. 0) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ) e também um aumento de 25% entre o período de 12 meses quando comparada a avaliação inicial (12 vs. 0) ( $Z = -2,366$ ,  $p = 0,005$ ).

Já para percentual de contribuição do abdome durante capacidade vital do grupo *Pilates* quando comparado os períodos de treinamento não foi estatisticamente significativo, do mesmo modo para o grupo Controle quando comparado os períodos de avaliações.

Contudo as comparações entre as variáveis nos percentuais de contribuição entre tórax superior, tórax inferior e abdome durante capacidade vital não mostraram significância estatística, assim como diferenças entre grupos.



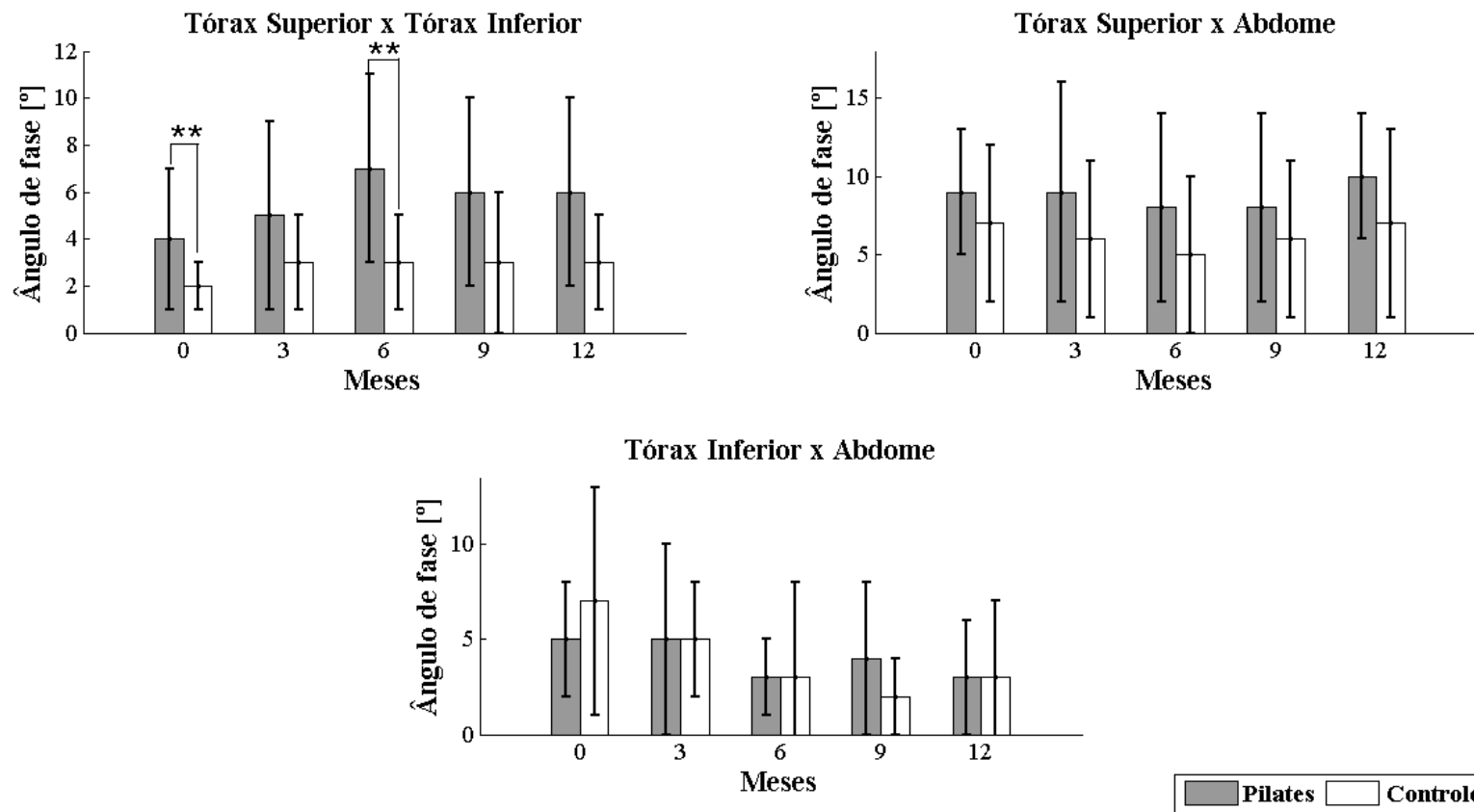
**Figura 16 - Percentual de contribuição dos compartimentos durante respiração em Capacidade Vital. As barras de erro representam o desvio-padrão. \* diferença entre os períodos de tempo. \*\* diferença entre grupos.**

A figura 17 apresenta a coordenação entre o tórax superior versus tórax inferior, entre o tórax superior versus abdome e entre o tórax inferior versus abdome das voluntárias do grupo Controle e grupo *Pilates* durante a respiração em volume corrente na avaliação inicial (0) e após três (3), seis (6), nove (9) e doze meses de estudo.

Destaca-se que a coordenação entre o tórax superior versus tórax inferior apresentou diferença significativa do ângulo de fase entre os grupos com um aumento de 61% entre o período de 6 meses de avaliação (6) ( $U = 12,000$ ,  $p = 0,025$ ), assim como um aumento de 54% durante o tempo da avaliação inicial (0) ( $U = 14,000$ ,  $p = 0,043$ ). No entanto, não houve diferença significativa da coordenação entre o ângulo de fase do tórax superior versus tórax inferior durante o volume corrente do grupo *Pilates* quando comparado os períodos de treinamento, como também do grupo Controle quando comparado os períodos de avaliações.

Porém quando comparada a coordenação entre o ângulo de fase do tórax superior versus abdome durante o volume corrente não apresentou diferença estaticamente significativa entre grupos, como também quando comparado ao tempo de treinamento do grupo *Pilates*, do mesmo modo não ocorreu com o grupo Controle quando comparado entre os períodos de avaliações.

Do mesmo modo o ângulo de fase do tórax inferior versus o abdome não exibiu diferença estatística significativa na coordenação entre grupos, assim como quando comparado entre o tempo de treinamento do grupo *Pilates*, como também entre os períodos de avaliações do grupo Controle.



**Figura 17 - Ângulo de fase dos compartimentos durante respiração em Volume Corrente. As barras de erro representam o desvio-padrão. \* diferença entre os períodos de tempo. \*\* diferença entre grupos.**



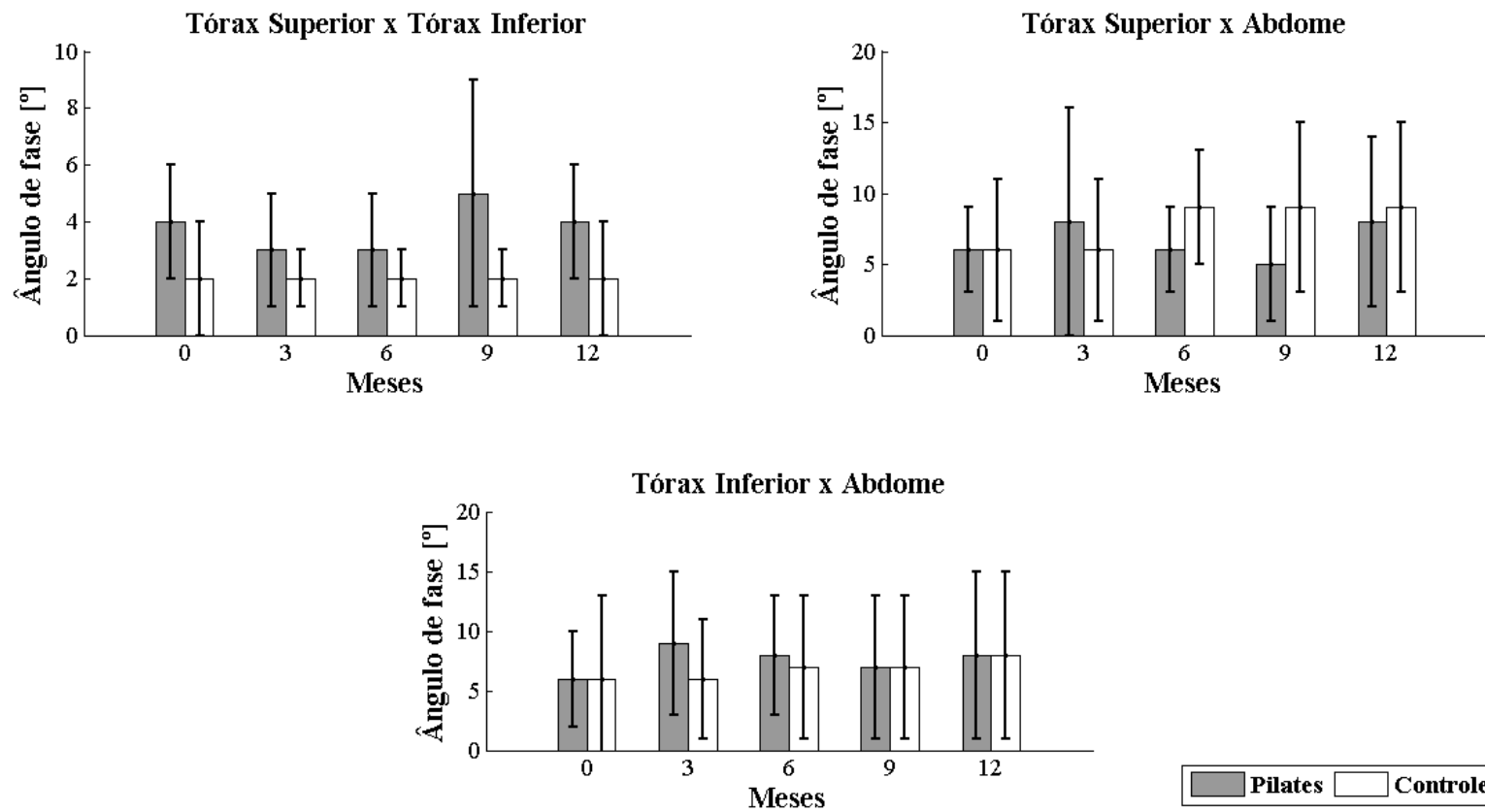
A figura 18 apresenta a coordenação entre o tórax superior versus tórax inferior, entre o tórax superior versus abdome e entre o tórax inferior versus abdome das voluntárias do grupo Controle e grupo *Pilates* durante a respiração em capacidade vital na avaliação inicial (0), após três meses (3), após seis meses (6), após nove meses (9) e após doze meses durante 48 semanas.

O ângulo de fase entre o tórax superior versus tórax inferior do grupo *Pilates* não apresentou diferença estatística significativa do tempo de treinamento durante a capacidade vital, assim como também entre os períodos de avaliações do grupo Controle.

Nota-se também que não houve diferença estatisticamente significativa entre o ângulo de fase do tórax superior versus abdome do grupo *Pilates* durante a capacidade vital quando comparado o tempo de treinamento, da mesma forma o grupo Controle não mostrou diferença estatística quando comparado entre os períodos de avaliações.

Observa-se que o mesmo ocorreu com o ângulo de fase do tórax inferior versus abdome não apresentar significância estatística na coordenação do grupo *Pilates* durante a capacidade vital entre os tempos de treinamento, assim como também para o grupo Controle não exibir diferença significativa entre os período de avaliação.

Não houve diferença estatisticamente significativa no ângulo de fase dos compartimentos entre os grupos *Pilates* e Controle.



**Figura 18 - Ângulo de fase dos compartimentos durante respiração em Capacidade Vital. As barras de erro representam o desvio-padrão. \* diferença entre os períodos de tempo. \*\* diferença entre grupos.**

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito longitudinal do tempo de prática de *Pilates* solo na mobilidade e na coordenação do movimento toracoabdominal durante o ciclo respiratório de mulheres saudáveis. O presente estudo verifica que a prática de *Pilates* solo ao longo do tempo apresenta mudança do padrão respiratório.

A mobilidade total do tronco durante o volume corrente exibiu um aumento do volume nos três primeiros meses de treinamento com o método de *Pilates* solo. Concomitantemente, mostra-se um aumento da mobilidade do abdome também após três meses, no entanto, sucedeu uma redução da mobilidade após nove meses de treinamento. Portanto, a mobilidade do abdome refletiu para o aumento do volume total da parede torácica. Contudo, esses achados sugerem que ocorreu uma adaptação da mobilidade do abdome em relação ao treinamento. Sugere-se que no momento em os músculos estabilizadores da coluna são recrutados, ao mesmo tempo é realizada a respiração específica do *Pilates* (SANTOS et al., 2015; JESUS et al., 2015).

Considerando que, o volume corrente representa o padrão respiratório em repouso. Até o presente momento, não foram apresentados na literatura trabalhos que avaliaram a mobilidade toracoabdominal durante a manobra respiratória em volume corrente (respiração tranquila) com o método de exercício de *Pilates* solo. Esses resultados implicam que a participação das voluntárias no programa de treinamento com *Pilates* solo acarretaram adaptações na mecânica respiratória. Em especial a adaptação na manobra respiratória do volume corrente (MCPARLAND et al., 1992).

Fator que pode estar relacionado com os ótimos resultados do grupo Controle atribuiu-se ao alto nível de atividade física das voluntárias após doze meses (43% eram muita ativas; 57% eram ativas), de acordo com o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). Três voluntárias praticavam musculação e duas voluntárias praticavam modalidade esportiva (karatê e voleibol). Não era exigido que as voluntárias fossem sedentárias por conta do longo período de estudos (12 meses), já que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), para a manutenção da saúde é necessário um mínimo de 150 minutos de atividade física por semana. Portanto não poderíamos determinar que as voluntárias permanecessem sedentárias.

Em relação a mobilidade total do tronco durante a manobra da capacidade vital ocorreu um aumento do volume após doze meses de treinamento com *Pilates* solo, com uma certa tendência a uma manutenção da mobilidade, assim como também para a mobilidade do tórax inferior ao longo de doze meses de treinamento. Esses resultados inferem na característica da respiração empregada durante o treinamento de *Pilates* solo, implica que no decorrer da execução dos exercícios intensifica a ativação do músculo diafragma devido a resistência encontrada com a ativação da parede abdominal centrada na estabilização do tronco (SANTOS et al., 2015; JESUS et al., 2015; CANCELLIERO-GAIAD et al., 2014). Isto se dar pelo fato da exigência de executar os exercícios em conjunto com os princípios do método *Pilates*. Tal ação gera a estabilização da coluna vertebral que solicita o recrutamento do músculo transverso do abdome, oblíquo interno, multífidos, assoalho pélvico e paravertebrais (JESUS et al., 2015; SANTOS et al., 2015; CANCELLIERO-GAIAD et al., 2014; GIACOMINI et al., 2015; BARBOSA et al., 2015). Contudo, o compartimento tórax inferior representa a ação do músculo diafragma e da pressão pleural e abdominal (FERRIGNO et al., 1994).

Os achados do grupo *Pilates* corroboram com os apresentados por Jesus et al. (2015) que encontrou o aumento da mobilidade toracoabdominal por meio da cirtometria nos três níveis (axilar, xifodeano e abdominal) durante doze semanas de *Pilates* solo em mulheres saudáveis. Assim como, Santos et al. (2015) que também com a cirtometria encontrou aumento da mobilidade toracoabdominal em apenas dez semanas de treinamento de *Pilates* solo. A mensuração no procedimento da cirtometria é por meio de inspiração e expiração máximas, são coletadas três medidas em ciclos respiratórios diferentes, de forma subjetiva pelo avaliador. Apesar da limitação do método, o tipo de respiração utilizada é próximo à respiração forçada deste trabalho.

O aumento da mobilidade dos compartimentos tórax inferior e abdome pode ser atribuído ao recrutamento dos músculos respiratórios abdominais durante a execução dos exercícios e principalmente dos princípios (respiração e centralização), com maior atividade e hipertrofia dos músculos do transverso do abdome, oblíquo interno, reto abdominal e oblíquo externo (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2013; BARBOSA et al., 2013; DORADO et al., 2012; CRITCHLEY et al., 2011; ENDLEMAN et al., 2008; HERRINGTON E DAVIES, 2005).

O grupo Controle apresentou alteração da mobilidade do tórax inferior tanto durante em volume corrente quanto na manobra da capacidade vital, visto que esses resultados refletem que as voluntárias do grupo Controle não foram isentas da prática regular de atividade física.

Além disso, a mobilidade toracoabdominal quando comparadas entre os grupos *Pilates* e Controle não apresentou diferenças significativas. Visto que as voluntárias eram indivíduos ativas tanto para grupo *Pilates* quanto para grupo Controle, o quê poderia ter influenciado nos resultados. Sugere-se então que a prática de atividade físico-desportiva possa ser suficiente para induzir alterações na mobilidade toracoabdominal. Entretanto, trabalhos futuros devem ser realizados para confirmar essa hipótese.

Quando avaliado o percentual de contribuição por compartimentos em volume corrente, o tórax inferior demonstrou um aumento em média (25%) entre (três, seis, nove e doze) meses após o treinamento. Esses resultados sugerem que a prática de *Pilates* solo por um longo período de treinamento demonstra numa mudança de comportamento do padrão respiratório em repouso. Esse resultado corrobora com Cancelliero-Gaiad et al. (2014) que, mostrou um aumento de (81%) no percentual de contribuição da caixa torácica inspiratória em volume corrente de sujeitos saudáveis. Entretanto, em voluntárias saudáveis Priori et al. (2013) mostraram que o tórax inferior contribuiu (19,63%) para a expansão total do tronco em volume corrente. Porém, Vieira et al. (2014) apresentaram um percentual de contribuição do tórax inferior de (12,5%) na respiração em repouso. Portanto, os valores de contribuição do presente trabalho foram superiores, provavelmente devido a prática de *Pilates* solo/exercícios físicos realizada pelas voluntárias. Enquanto, que para grupo Controle aumentou em (25%) a contribuição do abdome e, em seguida reduziu em (40%), justifica-se que são indivíduos ativas como citado anteriormente.

Da mesma forma, o percentual de contribuição do tórax inferior apresentou também aumento entre (três, seis, nove e doze) meses após o treinamento durante a manobra da capacidade vital, uma de média de (28%). Esses achados evidenciam a influência da prática de *Pilates* solo ao longo do tempo o predomínio do movimento do tórax inferior. O fato que justifica a intensa participação da parede torácica, ou seja, mobilidade do tórax inferior agregada ao percentual de contribuição do tórax inferior é o tipo de respiração adotada durante a prática de exercícios do *Pilates* solo. A respiração do *Pilates* solo descrita por Jesus et al., (2015) e Cancelliero-Gaiad et al., (2014), tem característica específica denominada como respiração

lateral, isto é, expansão da caixa torácica com movimento latero/posterior das costelas, restringindo o movimento da musculatura abdominal mas com intensa ativação do transverso do abdome que gera uma pressão intra-abdominal e resistência sobre o músculo diafragma.

O grupo Controle também aumentou (26%) a contribuição do tórax inferior após nove e doze meses de avaliações durante a capacidade vital, salientando-se assim a característica ativa das voluntárias. Esses resultados mostram que tal efeito na contribuição do tórax inferior em ambos os grupos durante manobras respiratórias distintas não são isolados apenas para praticantes de *Pilates* solo, mas também para modalidade de exercício com abordagem não exclusiva para a respiração.

A contribuição do tórax inferior na respiração em capacidade vital está estreitamente relacionada com a maior mobilidade do tórax inferior tanto para o grupo *Pilates* quanto para o grupo Controle. Assim como, a estreita relação da contribuição do tórax inferior do grupo Controle com a mobilidade do tórax inferior em volume corrente.

A coordenação de movimento foi analisada através do ângulo de fase descrito por Priori et al. (2013), representa o movimento de sincronia entre a caixa torácica e abdome, quando o ângulo de fase é igual a  $0^\circ$  os compartimentos estão em perfeita sincronia. Quanto mais próximo de  $180^\circ$  representa assincronia de movimento. Foram apresentados por Cancelliero-Gaiad et al., (2014) em indivíduos saudáveis exibiu um ângulo de fase de  $21^\circ$ , enquanto para pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica mostraram um ângulo de fase de  $70^\circ$ .

Referente a coordenação de movimento entre os compartimentos durante a manobra do volume corrente, apesar de não apresentarem nenhuma diferença estatística em comparação aos períodos de tempo, mostrou a distinção entre os grupos. O ângulo de fase entre os compartimentos (tórax superior x tórax inferior) do grupo *Pilates* apresentou uma média de  $\Theta = 6^\circ$ , enquanto que o grupo Controle apresentou um valor de  $\Theta = 3^\circ$ . Esses achados corroboram com Parreira et al. (2010) que encontraram um ângulo de fase médio de  $\Theta = 11^\circ$  em indivíduos saudáveis, assim como Tomich et al. (2007) mostraram o valor de ângulo de fase  $\Theta = 11^\circ$ . Durante a realização de exercícios respiratórios forçados, Gallego et al. (1997) encontraram ângulo de fase na caixa torácica de  $\Theta = 29^\circ$  e ângulo de fase do abdome de  $\Theta = 26^\circ$ , enquanto que na respiração tranquila o ângulo de fase de todo o tronco foi de  $\Theta = 13^\circ$ .

Os valores de ângulo de fase encontrado tanto no grupo *Pilates* quanto no grupo Controle não representam assincronia de movimento toracoabdominal, dado que o valor normal de

referência encontrado até o presente momento foi 12° em mulheres saudáveis (BUENO et al., (2008), e visto que o ângulo de fase de 0° representa uma perfeita sincronia de movimento entre os compartimentos, enquanto que o ângulo de fase quando se aproxima de 180° considera-se uma completa assincronia de movimento (PRIORI et al., 2013; TOMICH et al., 2007).

Portanto, apesar dos valores apresentados pelo grupo *Pilates* serem minimamente superiores ao grupo Controle, está longe de representar assincronia de movimento toracoabdominal entre os compartimentos da caixa torácica. Tal fato justifica o tipo de respiração empregada no *Pilates* solo, uma respiração completa iniciada da região mais profunda do tronco (abdome) e estendendo-se até as regiões superiores e laterais do tronco com a expansão de todo o volume torácico (SANTOS et al., 2015; JESUS et al., 2015).

A coordenação de movimento entre os demais compartimentos não apresentou alteração significativa em volume corrente, assim como durante a manobra da capacidade vital entre os compartimentos.

Ressalta-se que não foram encontradas alterações significativas da coordenação do movimento toracoabdominal durante a respiração em capacidade vital. Mas a literatura evidenciou a coordenação de movimento toracoabdominal durante a capacidade vital, por meio da cinemática tridimensional do tronco, em nadadores apresentaram uma maior coordenação com a variação entre os compartimentos (abdome inferior e tórax inferior; abdome superior e abdome inferior) e também entre os ângulos das costelas e a variação entre os compartimentos (abdome superior e abdome inferior) (SILVATTI et al., 2012; SARRO et al., 2008). Do mesmo modo, a variação do compartimento abdome ocorreu em praticantes de *Yoga* (BARROS et al., 2003). De fato esses resultados sugerem a otimização do padrão de movimento toracoabdominal refletido da ação efetiva dos músculos diafragma e abdominais.

## 7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Pelo fato do desenho experimental do estudo ser realizado em doze meses, ocorreu uma perda amostral que acarretou uma grande variabilidade dos dados. A perda amostral foi ocasionada pelo abandono, falta a mais de três aulas por mês e por motivos pessoais. Evento comum de acontecer em estudos longitudinais, fato também observado no estudo de Rodríguez-Fuentes et al. (2014) que teve o tamanho da amostra reduzido de dez voluntárias que não cumpriram o mínimo de 25% da frequência (SINZATO et al., 2013; SEGAL et al., 2004).

Outra possível limitação é o fato das voluntárias do grupo Controle não serem sedentárias (de acordo com o questionário IPAQ). O IPAQ tem característica principalmente subjetiva ao avaliar o nível de atividade física de cada voluntária, isso provavelmente superestima ou subestima o padrão de resposta em relação ao nível de aptidão física. Não poderíamos solicitar que as voluntárias ao longo de doze meses se mantivessem inativas, pois afrontariamos os preceitos da OMS (mínimo de 150 minutos de atividade física por semana). Entretanto, voluntárias que praticavam esportes ou exercícios físicos com característica predominantemente aeróbicos não foram incluídas no trabalho, visto que a literatura já aponta os efeitos positivos dessas modalidades na cinemática respiratória. Estudos futuros são necessários para avaliarem o efeito das diversas atividades físico-desportiva na mobilidade toracoabdominal.



## 8 CONCLUSÃO

O aumento não foi progressivo das variáveis de mobilidade toracoabdominal em ambos os grupos tanto em volume corrente quanto em capacidade vital. Mas apresentou uma tendência a reduzir a mobilidade do abdome em volume corrente, enquanto aumenta a mobilidade do tórax inferior em capacidade vital. No entanto, a variável percentual de contribuição do tórax inferior apresentou uma tendência gradual para o aumento tanto em volume corrente quanto em capacidade vital. Apesar de não representar significância estatística entre o grupo Controle, esses resultados sustentam a teoria do princípio da respiração do método *Pilates*. Denominada de respiração lateral, caracteriza-se pela expansão da caixa torácica integrada com a ação efetiva do músculo inspiratório diafragma, seu desempenho é intensificado pelo aumento da pressão abdominal gerada pela contração ativa dos músculos abdominais durante a execução dos exercícios.

A coordenação de movimento entre os compartimentos foram representadas pelo ângulo de fase, entre os compartimentos (tórax superior e tórax inferior) mostrar-se um aumento entre três e seis meses de treinamento comparado ao grupo Controle durante o volume corrente, um ângulo de fase entre uma média de (4° a 7°). No entanto, esses valores não representam assincronia de movimento, conforme foram encontrados na literatura.

Portanto, neste estudo demonstrou que a prática de *Pilates* solo por um longo período de tempo altera o padrão respiratório de mulheres saudáveis. Como também as atividades físico-desportivas praticadas por voluntárias do grupo Controle. Mas somente com o *Pilates* solo a mobilidade total do tronco aumentou representando maior mobilidade toracoabdominal contribuída pela ação do tórax inferior.

Vale salientar que este trabalho traz contribuições importantes tanto quanto para avaliar o efeito do tempo de treinamento com *Pilates* solo quanto para a metodologia empregada que utiliza um modelo de representação do tronco com amplas possibilidades de análise com o uso da videogrametria.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object-space coordinates. **Proc. ASP/UI Symposium on Close-Range Photogrammetry**, Illinois, 1971.
- ANDERSON, B.; SPECTOR, A. Introduction to Pilates-based rehabilitation. **Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America**, New York, v. 3, n. 9, p. 395-410, 2000.
- ALIVERTI, A.; QUARANTA, M.; CHAKRABART, B.; ALBUQUERQUE, A. L. P.; CALVERLEY, P. M. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. **Eur Respir J**, Bethesda, v. 60, p. 33-49, 2009.
- ALIVERTI, A. Lung and chest wall mechanics during exercise: Effects of expiratory flow limitation. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 163, p. 90-99, 2008.
- ALIVERTI, A.; CALA, S. J.; DURANTI, R.; FERRIGNO, G.; KENYON, C. M.; PEDOTTI, A.; SCANO, G.; SLIWINSKI, P.; MACKLEM, P. T.; YAN, S. Human respiratory muscle actions and control during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n.4, p. 1256-1269, 1997.
- ALVES, G. S.; BRITTO, R. R.; CAMPOS, F. C.; VILAÇA, A. B. O.; MORAES, K. S.; PARREIRA, V. F. Breathing pattern and thoracoabdominal motion during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 41, p. 945-950, 2008.
- BARBOSA, A. W. C.; GUEDES, C. A.; BONIFÁCIO, D. N.; SILVA, A. F.; MARTINS, F. L. M.; BARBOSA, M. C. S. A. The Pilates breathing technique increases the electromyographic amplitude level of the deep abdominal muscles in untrained people. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 19, p. 57-61, jan, 2015.
- BARBOSA, A. W. C.; MARTINS, F. L. M.; VITORINO, D. F. M.; BARBOSA, M. C. S. A. Immediate electromyographic changes of the biceps brachii and upper rectus abdominis muscles due to the Pilates centring technique. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 17, p. 385-390, jul, 2013.
- BARRETO, S. S. M.; CAVALAZZI, A. C. Determinação dos volumes pulmonares: Métodos de mensuração dos volumes pulmonares. **Jornal de Pneumologia**, v. 28, n. 3, out., 2002.
- BARROS, R. M. L.; LEITE, M. R. R.; BRENZIKOFER, R.; FILHO, E. C. L.; FIGUEROA, P. J.; IWANOWICZ, J. B. Respiratory pattern changes in elderly yoga practitioners. **Journal of Human Movement Studies**, Cambridge, v. 44, p. 387-400, 2003.
- BARROS, R. M.; BRENZIKOFER, R.; LEITE, N.; FIGUEROA, P. J. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Campinas, v. 15, n. 1-2, p. 79-86, 1999.

BERNARDO, L. M. The effectiveness of pilates training in healthy adults: An appraisal of the research literature. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 11, n. 2, p. 106-110, 2007.

BOUTELLIER, U. Respiratory muscle fitness and exercise endurance in healthy humans. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 7, p. 1169-1172, 1998.

BUENO, C. J., et al. Padrão respiratório e movimento toracoabdominal: valores de referência. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 12, p. 1-27, set, 2008.

CALA, S. J.; KENYON, C. M.; FERRIGNO, G.; CARNEVALI, P.; ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A.; MACKLEM, P. T.; ROCHESTER, D. F. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, 81:2680-2689, 1996.

CALDWELL, K.; ADAMS, M.; QUIN, R.; HARRISON, M. Pilates, Mindfulness and Somatic Education. **Journal of Dance and Somatic Practices**, v. 5, n. 2, p. 141-153, dez. 2013.

CALDWELL, K.; HARRISON, M.; ADAMS, M.; TRIPLETT, T. Effect of Pilates and taiji quan training on self-efficacy, sleep quality, mood, and physical performance of college students. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 13, 155–163, 2009.

CAMARÃO, T. **Pilates com bola no Brasil: corpo de movimento**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CAMPOS, J. L. Efeito de um Programa de Treinamento de Pilates solo sobre a Cinemática Respiratória. 2015. 65f. Dissertação Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós Graduação em Educação Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

CANCELLIERO-GAIAD, K. M.; IKE, D.; PANTONI, C. B. F.; BORGHI-SILVA, A.; COSTA, D. Respiratory pattern of diaphragmatic breathing and pilates breathing in COPD subjects. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 18, n.4, jul/ago, 2014.

CRITCHLEY, D.J.; PIERSON, Z.; BATTERSBY, G. Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: Pilot randomised Trial. **Manual Therapy**, v. 16, p. 183-189, 2011.

CRUZ-FERREIRA, A; FERNANDES, J; KUO, Y.L.; BERNARDO. L.M.; FERNANDES, O.; LARANJO, L.; SILVA, A. Does Pilates-Based Exercise Improve Postural Alignment in Adult Women?. **Women & Health**, v. 53, n. 6, p. 597-611, 2013.

CRUZ-FERREIRA, A; FERNANDES, J; GOMES, D; BERNARDO. LM.; KIRKCALDY, B. D.; BARBOSA, T. M.; SILVA, A. Effects of Pilates-Based Exercise on Life Satisfaction, Physical Self-Concept and Health Status in Adult Women. **Women & Health**, v. 51, n. 3, p. 240-255, 2011 (a).

CRUZ-FERREIRA, A.; FERNANDES, J.; LARANJO, L.; BERNARDO, L.M.; SILVA, A. A Systematic Review of the Effects of *Pilates* Method of Exercise in Healthy People. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, New York, Vol 92, December, 2011 (b).

CHANAVIRUT R.; KHAIDJAPHO, K.; JAREE, P.; PONGNARATORN, P. Yoga exercise increases chest wall expansion and lung volumes in Young healthy thais. **Thai Journal of Physiological Sciences**, v. 19, n. 1, April, p. 1-7, 2006.

DORADO, C.; CALBET, J.A.; LOPEZ-GORDILLO, A.; ALAYON, S.; SANCHIS-MOYSI J. Market effects of Pilates on the abdominal muscles: a longitudinal magnetic resonance imaging study. **Medicine Science in Sports Exercise**, v. 44, n. 8, p.1589-1594, Aug, 2012.

EASTWOOD, P.R.; HILLMAN, D.R.; FINUCANE, K.E. Inspiratory muscle performance in endurance athletes and sedentary subjects. **Respirology**, v. 6, p. 95-104, 2001.

EMERY, K.; SERRES, S.J.; MCMILLAN, A.; COTÊ, J. N. The effects of a *Pilates* Training program on arm-trunk posture and movement. **Clinical Biomechanics**, EUA, v. 25, p. 124-130, 2010.

ENDLEMAN, I.; CRITCHLEY, D.J.; Transversus abdominis and obliquus internus activity during Pilates exercises: measurement with ultrasound scanning. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v. 89, p. 2205-12, 2008.

ENRIGHT, S.J.; UNNITHAN, V.B.; HEWARD, C.; WITHNALL, L.; DAVIES, D. H. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. **Physical Therapy**, v. 86, p. 345-354, 2006.

FAISAL, A.; WEBB, K. A.; GUENETTE, J. A.; JENSEN, D.; NEDER, J. A.; O'DONNELL, D. E.; Effect of age-related ventilatory inefficiency on respiratory sensation during exercise. **Respiratory Physiology e Neurobiology**. v. 205, p. 129-139, 2015.

FRANCO, C. B.; RIBEIRO, A. F.; MORCILLO, A. M.; ZAMBON, M. P.; ALMEIDA, M. B.; ROZOV, T. Efeitos do método Pilates na força muscular função pulmonar de pacientes com fibrose cística. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 40, n. 5, p. 521-527, set/out, 2014.

FELTRIM, M. I. Z.; JARDIM, J. R. B. Movimento toracoabdominal e exercícios respiratórios: revisão da literatura. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**, v. 11, n. 2, p. 105-113, jul/dez, 2004.

FERRIGNO, G.; CARNEVALI, P.; ALIVERTI, A.; MOLTENI, F.; BEULCKE, G.; PEDOTTI, A. Three-dimensional optical analysis of chest wall motion. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v. 77, n. 3, p. 1224-1231, 1994.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. **Computer Methods and Programs in Biology**, USA, v. 72, n. 2, p. 155-165, 2003.

FOURIE, M.; GILDENHUYS, M.; SHAW, I.; SHAW, B.; TORIOLA, A.; DANIEL T. G. Effects of a mat pilates program on cardiometabolic parameters in elderly women. **Pakistan Journal Medical Sciences**, v. 29, n. 2, 2013 (a).

\_\_\_\_\_. Effects of a Mat Pilates Programme on Body Composition in Elderly Women. **West Indian Medical Journal**, v.62, n.6, p. 524, 2013 (b).

FRANCO, Caroline Buarque et al. Effects of *Pilates* mat exercises on muscle strength and on pulmonary function in patients with cystic fibrosis. **Jornal Brasileiro Pneumologia**, v. 40, n. 5, p. 521-527, 2014.

GALLEGO, J.; BENAMMOU, S.; VARDON, G.; CHAMBILLE, B.; DENJEAN, A.; LORINO, H. Influence of thoracoabdominal pattern of breathing on respiratory resistance. **Respiratory Physiology** v.108, p. 143-152, 1997.

GIACOMINI, M. B.; SILVA, A. M. V.; WEBER, L. M.; MONTEIRO, M. B. The Pilates Method increases respiratory muscle strength and performance as well as abdominal muscle thickness. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, nov, 2015.

HERRINGTON, L.; DAVIES, R. The influence of Pilates training on the ability to contract the Transversus Abdominis muscle in asymptomatic individuals. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 9, p. 52-57, jan, 2005.

HYUN, J.; HWANGBO, K.; LEE, C. W. The Effects of Pilates Mat Exercise on the Balance Ability of Elderly Females. **Journal Physical Therapy Science**, v. 26, p. 291–293, 2014.

JESUS, L. T.; BALTIERI, L.; OLIVEIRA, L. G.; ANGELI, L. R.; ANTONIO, S. P.; PAZZIANOTTO-FORTI, E. M. Efeitos do método Pilates sobre a função pulmonar, a mobilidade toracoabdominal e a força muscular respiratória: ensaio clínico não randomizado, placebo-controlado. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 22, n. 3, p. 213-222, 2015.

JOHNSON, E.G.; LARSEN, A.; OZAWA, H.; WILSON, C. A.; KENNEDY, K. L. The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 11, p. 238–242, 2007.

KAPANDJI, A.I. **Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana, volume 3**. 5ª edição. São Paulo: Panamericana; Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KERKOSKI E.; LENZI, C.; RUSSI, M. L.; CHIARATTI, F. R. M.; PANIZZI, E. A. Comparação entre duas técnicas de cirtometria em crianças e adolescentes. **VIII Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação**. Vale do Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba; 2004.

KONNO, K.; MEAD, J. Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, 22(3): 407-422, 1967.

LATEY, P. Updating the principles of the Pilates method: Part 2. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 6, n. 2, apr., p. 94-101, 2002.

LATEY, P. The Pilates method: history and philosophy. **Journal of bodywork and movement therapies**, v.5, n.4, p. 275-283, oct, 2001.

LEOPOLDINO, A. A. O.; AVELAR, N. C. P.; PASSOS JR, G. B.; SANTANA JR, B. N. A. P.; TEIXEIRA JR, V. P.; LIMA, V. P.; VITORINO, D. F. M. Effect of Pilates on sleep quality and quality of life of sedentary population. **Journal of Bodywork & Movement Therapies**, v.17, P. 5-10, 2013.

LIPPERT, L. **Cinesiologia clínica e anatomia**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

LOULA, C. M. A., Pachêco, A.L., Sarro, K.J and Barros R.M.L. Análise de volumes parciais do tronco durante a respiração por videogrametria. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v.9, n.5, p. 21- 27, 2004.

LOPES, E. D.; RUAS, G.; PATRIZZI, L. J. Efeitos de exercícios do método Pilates na força muscular respiratória de idosas: um ensaio clínico. **Revista Brasileira Geriatria Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 17, p. 517-523, 2014.

MATSUDO S., et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**, v. 6, p. 5-18, 2001.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MCPARLAND, C.; KRISHNAN, B.; LOBO, J.; GALLAGHER, C. G.; Effect of physical training on breathing pattern during progressive exercise. **Respiration Physiology**, v. 90, p. 311-323, 1992.

MOKHTARI, M.; NEZAKATALHOSSAINI, M.; ESFARJANI, F. The effect of 12-week pilates exercises on depression and balance associated with falling in the elderly. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v.70, p.1714 – 1723, 2013.

MUSCOLINO, J. E.; CIPRIANI, S. Pilates and the “powerhouse”- I. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 8, n. 1, p. 15-24, 2004.

PARREIRA, V. F.; BUENO, C. J.; FRANÇA, D. C.; VIEIRA, D. S. R.; PEREIRA, D.O, Raquel R. Padrão respiratório e movimento toracoabdominal em indivíduos saudáveis: influência da idade e do sexo. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 14, n. 5, p. 411-6, set./out. 2010.

PILATES, Joseph H. A obra completa de Joseph *Pilates*: Sua saúde. **O retorno à vida pela Contrologia (coautoria de Miller, William J.)**. Tradução de Cecília Panelli. São Paulo: Phorte, 2010.

PINHEIRO, K. R. G.; ROCHA, T. C. C.; BRITO, N. M. S.; SILVA, M. L. G.; CARVALHO, M. E. I. M.; MESQUITA, L. S. A.; CARVALHO, F. T. Influence of pilates exercises on soil stabilization in lumbar muscles in older adults. **Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano**, v. 16, n.6, p.648-657, 2014.

PRIORI, R.; ALIVERTI, A.; ALBUQUERQUE, A. L.; QUARANTA, M.; ALBERT, P. The effect of posture on asynchronous chest wall movement in COPD. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, 114:1066-1075, 2013.

RATNOVSKY, A.; ELAD, D.; HALPERN, P. Mechanics of respiratory muscles. **Respiratory Physiology & neurobiology**, USA, 163:82-89, 2008.

RATNOVSKY, A.; ELAD, D. Anatomical model of the human trunk for analysis of respiratory muscles mechanics. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 148, p. 245–262, 2005.

RATNOVSKY, A.; ZARETSKY, U.; SHINER, R. J.; ELAD, D. Integrated approach for in vivo evaluation of respiratory muscle mechanics. **Journal of Biomechanics**, Bethesda, v. 36, n. 12, p. 1771-1784, 2003.

RODRÍGUEZ-FUENTES, G.; OLIVEIRA, I. M.; OGANDO-BEREA, H. O.; OTERO-GARGAMALA, M. D. An observational study on the effects of Pilates on quality of life in women during menopause. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 6, p. 631–636, 2014.

ROGERS, K.; GIBSON, A. L. Eight-week traditional mat Pilates training-program effects on adult fitness characteristics. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 80, n. 3, p. 569-574, 2009.

SALGADO, M.; MACHADO, S. Apostila do Curso de Formação no Método *Pilates*: uma visão atual na área da saúde. **Metacorpus Studio Pilates**, 2012.

SANTOS, M; CANCELLIERO-GAIAD, K M; ARTHURI, M T. Efeito do método Pilates no Solo sobre parâmetros respiratórios de indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v. 23, n. 1, p. 24-30, 2015.

SARRO, K. J. SILVATTI, A. P.; BARROS, R. M. L. Coordination between ribs motion and thoracoabdominal volumes in swimmers during respiratory maneuvers. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 7, p. 195-200, 2008.

SEKENDIZ et al. Effects of pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 11, p.318-326, 2007.

SEGAL, N. A.; HEIN J.; BASFORD, J. R. The effects of pilates training on flexibility and body composition: an observational study. **Archives Physical Medicine Rehabilitation**, v.85, p.1977-1981, 2004.

SILVA, G. B.; MORGAN, M. M.; CARVALHO, W. R. G.; SILVA, E.; FREITAS, W. Z.; SILVA, F. F.; SOUZA, R. A. Electromyographic activity of rectus abdominis muscles during dynamic Pilates abdominal exercises. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, EUA, v. 19, p. 629-635, oct, 2014.

SILVA, M. F.; SILVA, M. A. C.; CAMPOS, R. R.; OBARA, K.; MOSTAGI, F. Q. R. C.; CARDOSO, A. R. G.; ABRÃO, T.; CARDOSO, J. R. Análise comparativa da atividade elétrica dos músculos abdominais durante exercício tradicional e método pilates sob duas condições. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.15, n. 3, p. 296-304, 2013.

SILVATTI, A.P.; SARRO, K.J.; CERVERI, P.; BARONI, G.; BARROS, R.M.L. A 3D kinematic analysis of breathing patterns in competitive swimmers. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 14, p. 1551–1560, oct, 2012.

SILER, B. **O corpo Pilates: um guia para o fortalecimento, alongamento e tonificação sem o uso de máquinas**. Editora Summus, São Paulo, 2008.

SINZATO, C. R.; TACIRO, C.; PIO, C. A.; TOLEDO, A. M.; CARDOSO, J. R.; CARREGARO, R. L. Efeitos de 20 sessões do método Pilates no alinhamento postural flexibilidade de mulheres jovens: estudo piloto. **Fisioterapia Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 143-150, 2013.

SIQUEIRA, G. R.; ALENCAR, G. G.; OLIVEIRA, E. C. M.; TEIXEIRA, V. Q. Efeito do Pilates sobre a flexibilidade do tronco e as medidas ultrassonográficas dos músculos abdominais. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, Mar/Abr, 2015.

SOUZA, M.; VIEIRA, C. Who are the people looking for the Pilates method? **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, EUA, n. 10, p. 328-334, 2006.

TOBIN, M. J.; CHADHA, T. S.; JENOURI, G.; BIRCH, S. J.; GAZEROGLU, H. B.; SACKNER, M. A; Breathing Patterns.1: Normal subjects. **CHEST**, v. 84, n. 4, p. 202-205, ago, 1983.

TOMICH, G. M.; FRANÇA, D. C.; DIÓRIO, A. C. M.; BRITTO, R. R.; SAMPAIO, R. F.; PARREIRA, V. F. Breathing pattern, thoracoabdominal motion and muscular activity during three breathing exercises. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 40, p. 1409-1417, 2007.

VERSCHAKELLEN, J. A. e M. G. DEMEDTS. Normal thoracoabdominal motions. Influence of sex, age, posture, and breath size. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.151, n.2 , p.399-405. 1995.

VIEIRA, D. S. R.; MENDES, L. P. S.; ELMIRO, N. S.; VELLOSO, M.; BRITTO, R. R.; PARREIRA, V. F. Breathing exercises: influence on breathing patterns and thoracoabdominal motion in healthy subjects. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 18, n. 6, p. 544-552, nov/dec, 2014.

WEST, J. **Fisiologia Respiratória Moderna**. 5ª edição. São Paulo: Manole, 1996.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall; 1999. p. 663, 1999.



**ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, \_\_\_\_\_, idade \_\_\_\_\_, endereço \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, declaro que fui devidamente esclarecido sobre a pesquisa intitulada “EFEITO DA PRÁTICA DE *PILATES* SOBRE CAPACIDADES FÍSICAS E PARÂMETROS DE SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA DE PESSOAS SAUDÁVEIS”, bem como seus objetivos e procedimentos experimentais. Estou ciente que, ao participar da pesquisa, deverei:

- Permitir que sejam colados com fita adesiva hipoalergênica marcadores no meu corpo;
- Ser fotografado e filmado para a avaliação da minha postura, respiração e flexibilidade;
- Ter o peso e a altura aferidos por pesquisador treinado;
- Realizar testes de força;
- Responder questionários sobre meu estado de saúde, nível de atividade física e qualidade de vida.

Também estou ciente dos desconfortos, riscos e benefícios envolvidos com a minha participação na pesquisa e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento caso mude de ideia sem correr nenhum risco e penalidade. Fui informado que não me será solicitado qualquer forma de pagamento pela participação no projeto e que os custos de deslocamento são de minha responsabilidade. Por fim, autorizo a divulgação dos dados obtidos pela minha participação na pesquisa, estando ciente de que minha identidade não será revelada, sabendo que as imagens obtidas e os dados coletados estarão sob o resguardo científico e o sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos do estudo.

Tenho conhecimento que para qualquer esclarecimento ou reclamação posso ligar para:

Karine Jacon Sarro – Centro de Educação Física e Desporto – CEFD – UFES

Av. Fernando Ferrari, 514 - Campus Universitário Goiabeiras – Vitória – ES

E-mail: ksarro@gmail.com Telefone – (27) 4009-7891

Comitê de Ética em Pesquisa – Campus Goiabeiras – Telefone: (27) 4009-7840

E-mail: cep.goiabeiras@gmail.com

Assinatura do voluntário: \_\_\_\_\_

Ass. Pesquisador: \_\_\_\_\_

Dia/mês/ano: \_\_\_\_\_

**ANEXO II – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeito da prática de Pilates sobre capacidades físicas e parâmetros de saúde e qualidade de vida de pessoas saudáveis

**Pesquisador:** Karine Jacon Sarro

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 26387214.0.0000.5542

**Instituição Proponente:** Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 616.188

**Data da Relatoria:** 14/03/2014

**Apresentação do Projeto:**

O projeto discute os efeitos da prática de Pilates sobre as capacidades físicas e suas implicações para constituição de parâmetros de saúde e qualidade de vida de pessoas saudáveis, não atletas.

**Objetivo da Pesquisa:**

Tem por objetivo verificar o efeito de um programa de Pilates modalidade solo sobre capacidades físicas e parâmetros de saúde e qualidade de vida de pessoas saudáveis bem como a influência do tempo de prática.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Por lidar com indivíduos saudáveis e se fundamentar em um protocolo que faz uma série de exames, o projeto não apresenta riscos ao participante. Quanto aos benefícios, estudos dessa natureza contribuem para a produção de indicadores para a melhoria da qualidade da atuação profissional na prática de Pilates. Cientificamente, traz benefícios ao lidar com um grupo, não atletas, em que há poucos estudos sobre o tema e, ainda, por contribuir para a construção de uma panorama fundamentado nos estudos acadêmicos possibilitando a aplicação do método Pilates baseado em evidências.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está bem delineado e apresenta as informações necessárias para a sua realização e

**Endereço:** Av. Fernando Ferrari, 514-Campus Universitário

**Bairro:** Goiabeiras

**UF:** ES

**Município:** VITÓRIA

**CEP:** 29.090-000

**Telefone:** (27)3335-2711

**E-mail:** thiago.moraes@ufes.br

Continuação do Parecer: 616.188

aprovação no Comitê de Ética.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta as informações necessárias no Termo de Consentimento, deixando claro as ações a serem realizadas, seus riscos e benefícios. Destaca também, a possibilidade da desistência do participante em qualquer momento do projeto.

**Recomendações:**

Não há recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não apresenta pendências.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Projeto aprovado por esse comitê, estando autorizado a ser iniciado.

VITORIA, 15 de Abril de 2014

---

**Assinador por: Thiago  
Drumond Moraes  
(Coordenador)**

## ANEXO III – FICHA DE ANAMNESE

**NOME:**  **DATA:**

**PROFISSÃO:**  **NASC.:**

**EMAIL:**  **FONE:**

ANAMNESE		
		Curta Descrição
1) Tem algum distúrbio Cardíaco?	S / N <input type="text"/> Qual?	<input type="text"/>
2) Tem hipertensão arterial, ou hipotensão?	S / N <input type="text"/>	<input type="text"/>
3) Tem algum distúrbio Pulmonar?	S / N <input type="text"/> Qual?	<input type="text"/>
4) Tem algum distúrbio Alérgico?	S / N <input type="text"/> Qual?	<input type="text"/>
5) Tem Diabetes ou hipoglicemia ?	S / N <input type="text"/> Qual?	<input type="text"/>
6) Fez alguma intervenção cirúrgica?	S / N <input type="text"/> Qual?	<input type="text"/>
7) Você sente algum tipo de dor frequentemente?	S / N <input type="text"/>	<input type="text"/>
8) Tem epilepsia ? Sofre de desmaios ou tontura?	S / N <input type="text"/>	<input type="text"/>
9) Tem algum problema articular, muscular ou ósseo?	S / N <input type="text"/>	<input type="text"/>
10) Tem conhecimento de algo que possa influenciar na Atividade Física?	S / N <input type="text"/> O que?	<input type="text"/>
11) Faz uso de algum medicamento?	S / N <input type="text"/> Qual?	<input type="text"/>
12) Histórico de Atividade Física:	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	
Por que você deseja fazer Pilates?		
<input type="text"/>		

## ANEXO IV – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA



### QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal

atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: \_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias \_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como, por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

## CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

**1. MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão ou
- b) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão.

**2. ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão; ou
- b) MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão; ou
- c) Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

**3. IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).

**4. SEDENTÁRIO:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

### Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	2	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	3	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	2	3	20	1	30	Ativ
5	5	4	-	-	-	-	Ativ
6	3	3	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL– CELAFISCS -  
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE  
RESULTADOS NO BRASIL Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail:  
celafiscs@celafiscs.org.br  
Home Page: [www.celafiscs.org.br](http://www.celafiscs.org.br) IPAQ  
Internacional: [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)

## **ANEXO V – DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE 48 SEMANAS DE EXERCÍCIOS DE PILATES SOLO**

As aulas tinham duração de 60 minutos, iniciadas com 10 minutos de alongamento, 45 minutos para os exercícios de *Pilates* solo (níveis básicos, intermediários e avançados) e 5 minutos para o relaxamento.

O objetivo do alongamento foi a flexibilização da coluna vertebral e da cadeia anterior/posterior dos membros inferiores. Alongamentos para os músculos ilíopsoas, quadrado lombar, reto femoral, isquiotibiais, adutores/abdutores da coxa e da parede abdominal.

Em seguida, os exercícios do *Pilates* iniciaram com o aprendizado dos princípios do método e os exercícios básicos. Exercícios de respiração do *Pilates*, respiração coordenada com os movimentos, contração dos músculos diafragma até o assoalho pélvico, posição neutra da pelve, pressionar o umbigo contra a coluna, estabilização da coluna e exercícios de mobilidade/rolamento da coluna. O controle dos princípios e a transição entre os exercícios seguiram uma ordem progressiva de dificuldade e aumento do tempo de execução com até 10 repetições. Dominados os exercícios básicos, avançava-se para um grau maior de dificuldade (nível intermediário). Os exercícios exigiam controle dos movimentos de rotação e dissociação de membros inferiores e superiores. Observado o domínio dos exercícios do nível intermediário progredia-se para o nível avançado de exercícios com maior dificuldade. Os movimentos exigiam equilíbrio em posições sustentadas apenas com o dorso superior e ombro ou quadril, em posição em decúbito (dorsal, ventral e lateral) sustentada em quatro ou apoios, rolamentos e rotações do tronco. Entre níveis de progressão dos exercícios eram executados novamente os exercícios básicos e princípios do método. Os exercícios de *Pilates* solo realizado durante as 48 semanas estão dispostos na Figura 19.

Ao fim da aula, em alguns momentos o relaxamento era realizado em duplas com massagem na região posterior do tronco com auxílio do discoflex e massagem no pescoço com as mãos. Em outros momentos com atividades dinâmicas entre todas do grupo com a bola de ginástica (65 cm). E também momentos com relaxamento individual com rotação de tronco e alongamento de membros superiores e inferiores no colchonete ou relaxamento na bola em decúbito (dorsal, ventral e lateral).



A instrutora que ministrava a aula era formada pelo método *Pilates* pela *Metacorpus Studio Pilates* e desenvolveu a aula de acordo com a formação e as bibliografias da área (SALGADO e MACHADO, 2012; *PILATES*, 2010; SILER, 2008; Physicalmind Institute, 2008; CAMARÃO, 2005).

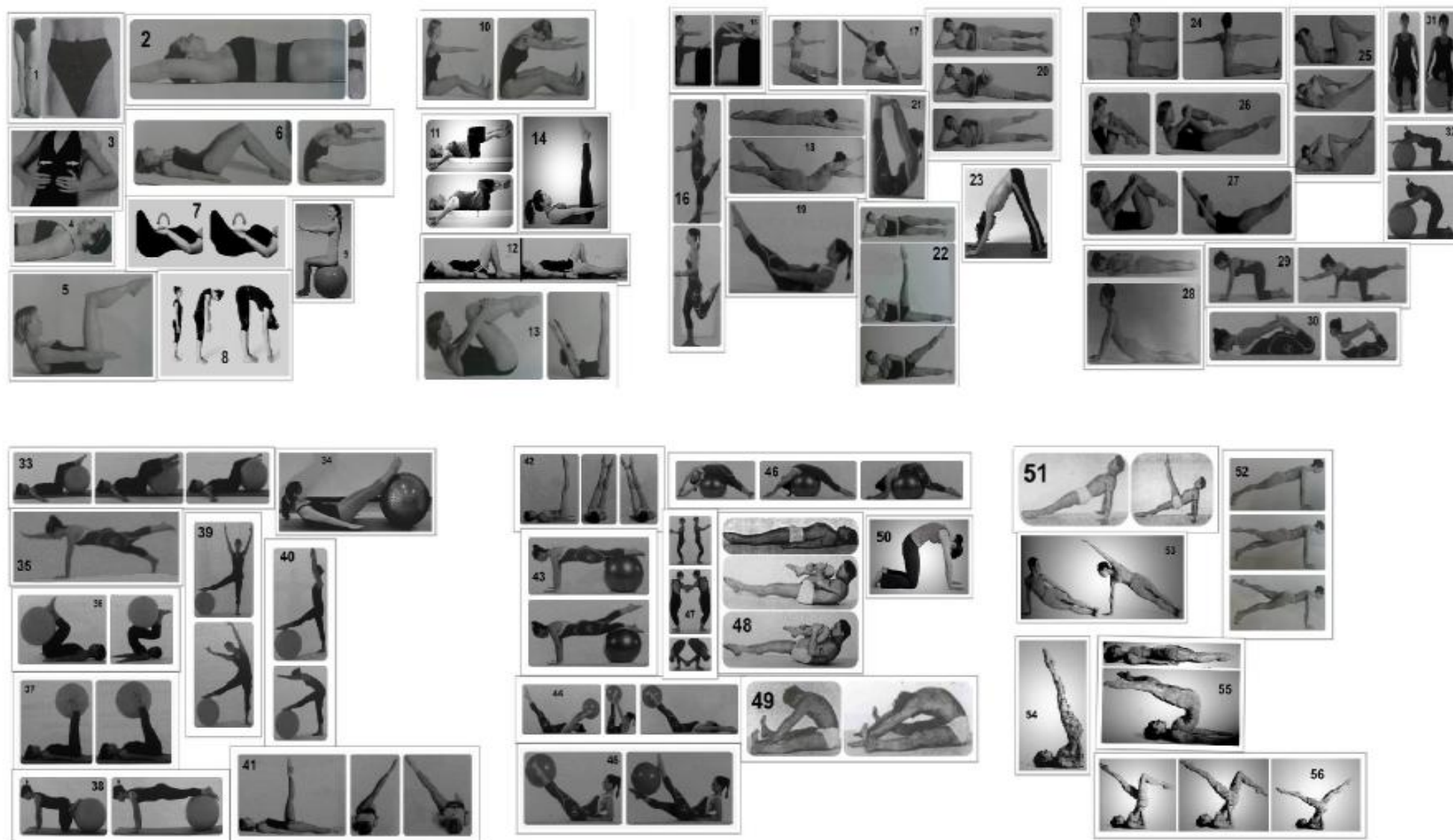


Figura 19 - Protocolo de exercícios de Pilates solo.